

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-10256
(P2002-10256A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 N 7/30

識別記号

F I

H 0 4 N 7/133

テーマコード(参考)

5 C 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2000-192407(P2000-192407)

(22) 出願日 平成12年6月27日(2000.6.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 中屋 秀雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

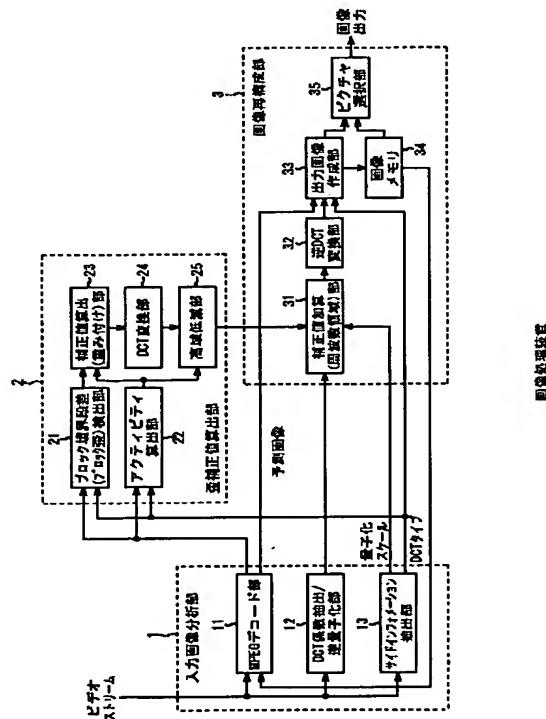
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 M P E Gエンコードされた画像等に生じる歪みを、容易に低減して、高画質の復号画像を得る。

【解決手段】 ブロック境界段差検出部21は、注目ブロックの境界における画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求め、補正值算出部23は、注目ブロックの差分情報に対して、その注目ブロックのアクティビティに基づく重みを付すことにより、補正值を得る。そして、補正值加算部31は、注目ブロックのD C T係数を、補正值によって補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理装置であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算手段と、前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記差分情報演算手段は、前記ブロックの直交変換係数を逆直交変換することにより得られる画素値を用いて、前記差分情報を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記差分情報演算手段は、前記ブロックの直交変換係数を用いて、前記差分情報を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記補正情報演算手段は、前記差分情報に対して、所定の重み付けを行うことにより、前記補正情報を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記ブロックのアクティビティを検出するアクティビティ検出手段をさらに備え、前記補正情報演算手段は、前記差分情報に対して、前記アクティビティに基づく重み付けを行うことにより、前記補正情報を求めることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記補正情報を修正する修正手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記修正手段は、前記補正情報の高周波数成分を低減することにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記補正情報が、直交変換係数である場合において、

前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数の高次のものを 0 とすることにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記ブロックのアクティビティを検出するアクティビティ検出手段をさらに備え、前記修正手段は、前記アクティビティに基づいて、前記補正情報である直交変換係数のうち、0 とするものを決定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記ブロックの直交変換係数が量子化されている場合において、前記修正手段は、前記ブロックの直交変換係数を量子化するとき用いられた量子化スケールに基づいて、前記補正情報である直交変換係数のうち、0 とするものを決

定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】 前記補正情報が、直交変換係数である場合において、前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、所定の重み付けを行うことにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】 前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、その直交変換係数の次数に基づく重み付けを行うことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】 前記ブロックの直交変換係数が量子化されている場合において、

前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、前記ブロックの直交変換係数を量子化するとき用いられた量子化テーブルに基づく重み付けを行うことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】 前記ブロックの直交変換係数を、前記補正情報によって補正し、補正直交変換係数を出力する補正手段と、

前記補正直交変換係数を、画素値に変換する変換手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 15】 前記補正手段は、前記補正情報である直交変換係数を、前記ブロックの直交変換係数に対して加算または減算することにより、補正直交変換係数を得ることを特徴とする請求項 14 に記載の画像処理装置。

【請求項 16】 前記ブロックの直交変換係数を逆直交変換し、その逆直交変換結果と、所定の参照画像を動き補償することにより得られる予測画像とを用いて、画像を復号する復号手段をさらに備えることを特徴とする請求項 14 に記載の画像処理装置。

【請求項 17】 前記復号手段は、前記変換手段が出力する画素値で構成される画像を参照画像として動き補償を行うことにより、前記予測画像を得ることを特徴とする請求項 16 に記載の画像処理装置。

【請求項 18】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理方法であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 19】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理を、コンピュータに行わせるプ

プログラムが記録されている記録媒体であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関し、特に、例えば、MPEG (Moving Picture Experts Group) 符号化された画像に生じる歪みを、容易に低減することができるようにする画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、MPEG 1や2等の規格に基づいてエンコード (MPEGエンコード) された画像データをMPEGデコードして得られる復号画像には、MPEGエンコードの際に、DCT (Discrete Cosine Transform) 係数が量子化されることに起因して、ブロック歪み等の各種の歪みが発生する。

【0003】即ち、DCT係数を量子化すると、その一部が失われ、DCT処理を施す単位であるブロックのパターンが単純化し、隣接するブロックにおいて、画素値が大きく異なる値となることによる不連続な段差が現れるが、これは、ブロック歪みと呼ばれる。

【0004】ブロック歪みは、ブロック単位の画素をDCT処理して量子化するというMPEG方式のエンコードでは避けられないものであり、MPEGエンコードされたビデオストリームを、MPEGの規格に準拠してデコードする限り、少なからず発生する。なお、ブロック歪みは、平坦な画像において特に目立ち、また、圧縮率を高くすると (量子化スケールを大きくすると)、顕著に現れる。

【0005】そこで、例えば、再公表特許WO98/54892等には、MPEGデコードして得られる復号画像について、ブロックの境界の位置を判定し、その境界で発生している画素値の段差を検出して、その段差を、ブロック境界付近の画素値を操作することで低減する方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MPEGエンコーダでは、P (前方向予測符号化) ピクチャやB (両方向予測符号化) ピクチャについては、既にエンコードされてローカルデコードされた画像を参照画像として、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像との差分 (予測残差) がDCT処理されて量

子化される。従って、MPEGデコーダでも、PピクチャやBピクチャは、既にデコードされた画像を参照画像として、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像と、その予測残差とが加算されることによりデコードされるが、上述の方法では、予測画像を得るときに行われる動き補償によって移動する参照画像のブロックの境界を、その参照画像について動き検出を行うことにより追跡する必要があり、面倒であった。

【0007】さらに、その動き検出においては、MPEGエンコーダで検出された動きベクトルと同一の動きベクトルを得る必要があるが、参照画像、即ち、MPEGデコーダでデコードされた画像を用いて動き検出を行っても、MPEGエンコーダで検出されたのと同一の動きベクトルを検出することができるとは限らず、この場合、参照画像に生じているブロック歪みが、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像を用いてデコードされる画像に現れることとなる。

【0008】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、MPEGエンコードされた画像等に生じる歪みを、容易に低減し、これにより、高画質の復号画像を得ることができるようにするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算手段と、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算手段とを備えることを特徴とする。

【0010】本発明の画像処理方法は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えることを特徴とする。

【0011】本発明の記録媒体は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0012】本発明の画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体においては、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報が求められ、その差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報が求められる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0014】この画像処理装置は、入力画像分析部1、歪補正值算出部2、および画像再構成部3で構成され、例えば、MPEG1や2等の規格に準拠してエンコードされた画像データをデコードするようになっている。

【0015】入力画像分析部1は、MPEGデコード部11、DCT係数抽出／逆量子化部12、およびサイドインフォメーション(side information)抽出部13で構成されており、そこには、画像データをMPEGエンコードすることにより得られたビデオストリーム（以下、適宜、MPEGビデオストリームという）が入力されるようになっている。

【0016】MPEGデコード部11には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームの他、画像再構成部3の画像メモリ34に記憶された、歪みの低減された復号画像が、参照画像として供給されるようになっている。MPEGデコード部11は、そこに供給されるMPEGビデオストリームをMPEGデコードし、その結果得られる復号画像を、歪補正值算出部2のブロック境界段差検出部21およびアクティビティ算出部22に供給する。また、MPEGデコード部11は、I（イントラ符号化）ピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャのうちの、PピクチャとBピクチャの復号に用いられる予測画像（既に復号された画像を参照画像として、その参照画像に、動きベクトルにしたがって動き補償を施すことにより得られる画像）を、画像再構成部3の出力画像作成部33に供給する。

【0017】なお、MPEGデコード部11は、その内部で得られる復号画像ではなく、上述のようにして画像メモリ34から供給される、歪みの低減された復号画像を参照画像として用い、その参照画像に対して、MPEGビデオストリームに含まれる動きベクトルにしたがって動き補償を施すことにより、予測画像を得るようになっている。

【0018】従って、MPEGデコード部11における動き補償は、歪みの低減された復号画像を参照画像として用いて行われるため、参照画像に生じているブロック歪みが、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像を用いてデコードされる画像に現れることを防止することができる。即ち、MPEGデコード部11において、そこでMPEGデコードされたIまたはPピクチャを参照画像として動き補償により予測画像を生成する場合には、その参照画像とするIまたはPピクチャにおいて生じているブロック歪みが、動き補償により移動する。さらに、その動き補償により得られる予測画像には、PまたはBピクチャの予測残差が加算されて、そのPまたはBピクチャが復号されるが、その復号されたPまたはBピクチャには、予測画像における歪みに加えて、予測残差における歪みも現れ、歪み自体の検出が

困難となる。これに対して、MPEGデコード部11は、上述のようにして画像メモリ34から供給される、歪みの低減された復号画像を参照画像として用い、その参照画像に対して、MPEGビデオストリームに含まれる動きベクトルにしたがって動き補償を施すので、上述のような歪み検出の問題は生じない。

【0019】DCT係数抽出／逆量子化部12には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームが供給されるようになっている。DCT係数抽出／逆量子化部12は、そこに供給されるMPEGビデオストリームから、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、その結果得られる8×8画素のブロックごとのDCT係数を、画像再構成部3の補正值加算部31に供給する。

【0020】サイドインフォメーション抽出部13には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームが供給されるようになっている。サイドインフォメーション抽出部13は、そこに供給されるMPEGビデオストリームに含まれる、例えば、量子化スケールや量子化テーブル、DCTタイプ等のサイドインフォメーションを抽出し、歪補正值算出部2および画像再構成部3に供給する。即ち、例えば、量子化スケールは、画像再構成部3の補正值加算部31に供給され、DCTタイプは、歪補正值算出部2のブロック境界段差検出部21およびアクティビティ算出部22、並びに画像再構成部3の補正值加算部31に供給される。

【0021】歪補正值算出部2は、ブロック段差検出部21、アクティビティ算出部22、補正值算出部23、DCT変換部24、および高域低減部25から構成され、入力画像分析部1のDCT係数抽出／逆量子化部12が出力する、逆量子化されたDCT係数の補正に用いる補正值を算出する。

【0022】即ち、ブロック境界段差検出部21は、MPEGデコード部11からのブロック単位の復号画像について、各ブロックを順次、注目ブロックとし、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することで演算し、注目ブロックの境界の差分情報として、補正值算出部23に供給する。

【0023】アクティビティ算出部22は、MPEGデコード部11からのブロック単位の復号画像について、注目ブロックのアクティビティを演算するとともに、その注目ブロックに隣接するブロックのアクティビティを、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することで演算し、補正值算出部23および高域低減部25に供給する。

【0024】補正值算出部23は、ブロック境界段差検出部21からのブロックの境界の差分情報に対して、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づく

重み付けを行い、その重み付け結果を、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力する、逆量子化されたDCT係数の補正に用いる補正值として、DCT変換部24に供給する。

【0025】DCT変換部24は、補正值算出部23からの補正值にDCT処理を施し、高域低減部25に供給する。即ち、図1において、補正值算出部23が出力する補正值は、空間領域の値（画素値の差分）となっているので、DCT変換部24は、その空間領域の補正值をDCT処理することで、周波数領域の補正值としてのDCT係数に変換し、高域低減部25に供給する。

【0026】高域低減部25は、DCT変換部24からの補正值としてのDCT係数を、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づいて修正し、その修正後の補正值を、画像再構成部3の補正值加算部31に供給する。

【0027】画像再構成部3は、補正值加算部31、逆DCT変換部32、出力画像作成部33、画像メモリ34、およびピクチャ選択部35で構成され、入力画像分析部1のDCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロック単位のDCT係数に対して、歪補正值算出部2が出力する補正值に基づく補正を施し、その補正後のDCT係数を用いて、画像を復号する。

【0028】即ち、補正值加算部31は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数とを加算（減算）し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0029】逆DCT変換部32は、補正值加算部31が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給する。

【0030】出力画像作成部33は、必要に応じて、逆DCT変換部32からの画素値のブロックに対して、MPEGデコード部11が出力する予測画像を、サイドインフォメーション部13が出力するDCTタイプを参照することで加算することにより、復号画像のブロックを得る。さらに、出力画像作成部33は、その復号画像のブロックを、ピクチャ選択部35に供給するとともに、必要に応じて、画像メモリ34に供給する。

【0031】画像メモリ34は、出力画像作成部33が出力する復号画像のうち、PまたはBピクチャの予測画像を作成するための参照画像となるものを記憶する。そして、画像メモリ34に記憶された画像は、必要に応じて読み出され、MPEGデコード部11に参照画像として供給されるとともに、ピクチャ選択部35に供給される。なお、MPEG1や2において、予測画像の作成に用いられる参照画像となるのは、Iピクチャか、Pピクチャなので、本実施の形態では、画像メモリ34に記憶されるのは、IピクチャとPピクチャだけで、Bピクチャ

は記憶されない。

【0032】ピクチャ選択部35は、出力画像作成部33が出力する画像、または画像メモリ34から読み出される画像のうちのいずれか一方を、必要に応じて選択して出力する。即ち、MPEGでは、画像のデコード（エンコード）順序と、表示順序とが一致していないため、ピクチャ選択部35は、出力画像作成部33が出力する画像、または画像メモリ34に記憶された画像のうちの、いま表示すべき方を選択して出力する。

【0033】なお、図1の画像処理装置（後述する図2の画像処理装置においても同様）においては、実際には、各ブロックにおける遅延に対処するのに、タイミング調整用のメモリと同期信号が必要となるが、図が煩雑になるのを避けるため、その図示は省略してある。

【0034】次に、図2のフローチャートを参照して、図1の画像処理装置による画像の復号処理について説明する。

【0035】入力画像分析部1に対して、MPEGビデオストリームが供給されると、入力画像分析部1は、ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャであるかどうかを判定する。

【0036】ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャであると判定された場合、ステップS2に進み、MPEGデコード部11は、そのIピクチャをMPEGデコードし、ブロック境界段差検出部21およびアクティビティ算出部22に供給する。さらに、ステップS2では、DCT係数抽出／逆量子化部12が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたIピクチャの、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、補正值加算部31に供給するとともに、サイドインフォメーション部13が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたIピクチャについての量子化スケールおよびDCTタイプを抽出する。量子化スケールは、補正值加算部31に供給され、DCTタイプは、ブロック境界段差検出部21、アクティビティ算出部22、および補正值加算部31に供給される。

【0037】一方、ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャでないと判定された場合、即ち、復号対象がPまたはBピクチャである場合、ステップS3に進み、MPEGデコード部11は、画像メモリ34から参照画像を読み出して動き補償を施すことにより、いま復号対象となっているPまたはBピクチャの予測画像を作成して、出力画像作成部33に供給し、ステップS4に進む。

【0038】ステップS4では、MPEGデコード部11は、いま復号対象となっているPまたはBピクチャの、量子化されたDCT係数を逆量子化および逆DCT処理し、その結果得られる画素値の予測残差に、ステップS3で得た予測画像を加算することで、いま復号対象

となっているPまたはBピクチャを復号する。そして、MPEGデコード部11は、このPまたはBピクチャの復号結果を、ブロック段差検出部31およびアクティビティ算出部22に供給する。さらに、ステップS4では、DCT係数抽出／逆量子化部12が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたPまたはBピクチャの、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、補正值加算部31に供給するとともに、サイドインフォメーション部13が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたPまたはBピクチャについての量子化スケールおよびDCTタイプを抽出する。量子化スケールは、補正值加算部31に供給され、DCTタイプは、ブロック境界段差検出部21、アクティビティ算出部22、および補正值加算部31に供給される。

【0039】ステップS2またはS4の処理後は、いずれも、ステップS5に進み、ブロック境界段差検出部21は、MPEGデコード部11からの復号画像のブロックを、順次、注目ブロックとし、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照しながら演算し、注目ブロックの境界の差分情報として、補正值算出部23に供給して、ステップS6に進む。

【0040】ステップS6では、アクティビティ算出部22は、MPEGデコード部11からの復号画像における注目ブロックのアクティビティと、その注目ブロックに隣接するブロックのアクティビティとを、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照しながら演算し、補正值算出部23および高域低減部25に供給して、ステップS7に進む。

【0041】ステップS7では、補正值算出部23は、ブロック境界段差検出部21からのブロックの境界の差分情報に対して、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づく重みを付し、その重み付け結果を、補正值として、DCT変換部24に供給して、ステップS8に進む。ステップS8では、DCT変換部24は、補正值算出部23からの補正值にDCT処理を施し、高域低減部25に供給して、ステップS9に進む。ステップS9では、高域低減部25は、DCT変換部24からの補正值としてのDCT係数のうちの高次のものを、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づいて修正し、その修正後の補正值を、補正值加算部31に供給して、ステップS10に進む。

【0042】ステップS10では、画像再構成部3が、いま復号対象となっているのがIピクチャであるかどうかを判定し、Iピクチャであると判定した場合、ステップS11に進み、補正值加算部31は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数と

を加算し、即ち、ここでは、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数から、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数を減算し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0043】逆DCT変換部32は、ステップS12において、補正值加算部31が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給する。

【0044】一方、ステップS10において、いま復号対象となっているのがIピクチャでないと判定された場合、即ち、復号対象がPまたはBピクチャである場合、ステップS13に進み、補正值加算部31は、ステップS11における場合と同様に、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数（いまの場合、このDCT係数は、PまたはBピクチャと予測画像との差分である予測残差をDCT処理して得られるもの（残差DCT係数）である）と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数とを加算し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0045】逆DCT変換部32は、ステップS14において、ステップS12における場合と同様に、補正值加算部31が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値（予測残差）のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給し、ステップS15に進む。

【0046】ステップS15では、出力画像作成部33は、逆DCT変換部32からの予測残差のブロックに、MPEGデコード部11から供給される予測画像を加算することで、復号画像を得る。即ち、いまの場合、復号対象が、予測画像との差分値である予測残差がエンコードされたPまたはBピクチャの画像であるため、逆DCT変換部32からのブロックは、予測残差のブロックとなっている。そこで、ステップS15では、その予測残差に、予測画像が加算されることにより、PまたはBピクチャの画像が復号される。

【0047】ステップS12またはS15の処理の後、いずれも、ステップS16に進み、出力画像作成部33は、いま復号された画像がBピクチャであるかどうかを判定する。

【0048】ステップS16において、復号された画像がBピクチャでないと判定された場合、即ち、復号された画像が、参照画像となり得るIまたはPピクチャである場合、ステップS17に進み、出力画像作成部33は、その復号されたIまたはPピクチャを、画像メモリ34に供給して記憶させ、ステップS18に進む。ステップS18では、ピクチャ選択部35が、画像メモリ34に記憶された、前回復号されたIまたはPピクチャを選択して出力する。そして、ステップS1に戻り、以

下、同様の処理を繰り返す。

【0049】また、ステップS16において、復号された画像が、参照画像とされないBピクチャであると判定された場合、出力画像作成部33は、その復号されたBピクチャを、ピクチャ選択部35に供給して、ステップS19に進む。ステップS19では、ピクチャ選択部35が、出力画像作成部33が出力するBピクチャを選択して出力する。そして、ステップS1に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

【0050】次に、図1の歪補正值算出部2および画像再構成部3における処理について、詳述する。

【0051】歪補正算出部2を構成するブロック境界段差検出部21は、上述したように、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を演算し、注目ブロックの境界の差分情報として出力する。

【0052】即ち、ブロック境界段差検出部21は、図3に示すように、注目ブロックの境界を構成する28の画素値と、その注目ブロックの上下左右それぞれに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を演算する。なお、注目ブロックの、例えば、最も左上の画素値は、注目ブロックの上のブロックと、その左のブロックとの両方に隣接するが、このような場合は、それぞれのブロックとの差分が演算される。即ち、最も左上の画素値については、上に隣接するブロックの画素値との差分と、左に隣接するブロックの画素値との差分の、2つの差分が演算される。注目ブロックの右上、左下、右下の画素についても同様である。従って、ブロック境界段差検出部21では、注目ブロックの境界を構成する画素について、32(=8×4)個の差分値が演算される。

【0053】ここで、MPEGでは、画像が16×16画素のマクロブロックに分割され、さらに、そのマクロブロックが8×8画素のブロックに分割され、ブロック単位でDCT処理および量子化処理が施されるが、マクロブロックをブロック分割してDCT処理を施すモードとしては、フレームDCTモードとフィールドDCTモードとが用意されている。

【0054】即ち、例えば、いま図4(A)に示すように、16×16画素のマクロブロックの最上行のラインを第1ラインとすると、フレームDCTモードでは、輝度信号に注目した場合、マクロブロックが、図4(B)に示すように、奇数ラインと偶数ラインとが交互に並んだフレームで構成されるような4個のブロックに分割される。これに対して、フィールドDCTモードでは、輝度信号に注目した場合、マクロブロックが、図4(C)に示すように、奇数ラインだけと偶数ラインだけとからなるフィールドで構成されるような4個のブロックに分割される。

【0055】フレームDCTモードとフィールドDCTモードとは、マクロブロック単位で切り替えることが可

能であり、いずれのモードを用いてMPEGエンコードされたかは、MPEGビデオストリームに含まれるサイドインフォメーションの1つであるDCTタイプを参照することで認識することができる。

【0056】従って、注目ブロックが属するマクロブロック(以下、適宜、注目マクロブロックという)と、その注目マクロブロックに隣接するマクロブロックにおけるDCTタイプが同一である場合には、問題はないが、DCTタイプが異なる場合には、注目ブロックの境界を構成する画素(以下、適宜、境界画素という)に隣接するブロックの画素が、本来隣接する画素でないこと(最終的に1フレームの画像の画像の状態、隣接しない画素であること)がある。

【0057】そこで、ブロック境界段差検出部21は、境界画素と本来隣接する画素との差分を演算するために、上述のように、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照し、これにより、注目マクロブロックと、それに隣接するマクロブロックが、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードのいずれでMPEGエンコードされたものであるかを認識して、例えば、以下のように、注目ブロックの境界画素との差分を演算するようになっている。

【0058】即ち、いま、図5に示すように、注目マクロブロックをMB_Nと表すとともに、その上、下、左に隣接するマクロブロックを、それぞれMB_U、MB_D、MB_Lと表す。さらに、例えば、マクロブロックMB_Nを構成する4個のブロックのうち、ラスタスキャン順で、i番目のブロックを、B_{N-i}と表すこととする。さらに、注目マクロブロックMB_Nを構成する4つのブロックB_{N-1}、B_{N-2}、B_{N-3}、B_{N-4}のうち、例えば、その左上のブロックB_{N-1}が注目ブロックであるとする。

【0059】そして、いま、例えば、図5に示すように、注目マクロブロックMB_N、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフレームDCTモードである場合には、注目ブロックB_{N-1}の上、下、左、右それぞれの境界画素については、その上、下、左、右に隣接する画素との差分がとられる。

【0060】即ち、注目ブロックB_{N-1}の上の境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの上に隣接するマクロブロックMB_Uの左下のブロックB_{U-3}の第8ラインの画素それぞれとの差分がとられる。また、下の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの左下のブロックB_{N-3}の第1ラインの画素それぞれとの差分がとられる。さらに、左の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの左に隣接するマクロブロックMB_Lの右上のブロックB_{L-2}の第1乃至第8ラインの最後(第8列)の画素それぞれとの差分がとられる。また、右の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの右上のブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインの先頭(第1列)の画素それぞれとの差分がとられる。

【0061】次に、例えば、図6に示すように、注目マクロブロックMB_NがフィールドDCTモードであり、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフレームDCTモードである場合には、まず、注目ブロックB_{N-1}の右に隣接するブロックB_{N-2}は、注目マクロブロックMB_Nを構成するブロックであり、従って、注目ブロックB_{N-1}と、その右に隣接するブロックB_{N-2}とは同一のライン構造を有するから、注目ブロックB_{N-1}の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの右上のブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0062】また、注目ブロックB_{N-1}の上の境界画素それぞれについては、その上に隣接する画素、即ち、注目マクロブロックMB_Nの上に隣接するマクロブロックMB_Uの左下のブロックB_{U-3}の第7ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0063】さらに、注目ブロックB_{N-1}の左の境界画素に関しては、その第1乃至第4ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの左隣のマクロブロックMB_Lを構成する右上のブロックB_{L-2}の第1, 3, 5, 7ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられ、第5乃至第8ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの左隣のマクロブロックMB_Lを構成する右下のブロックB_{L-4}の第1, 3, 5, 7ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられる。

【0064】また、注目ブロックB_{N-1}の下境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの下に隣接するマクロブロックMB_Dを構成する左上のブロックB_{D-1}の第1ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0065】次に、例えば、図7に示すように、注目マクロブロックMB_NがフレームDCTモードであり、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフィールドDCTモードである場合には、図6における場合と同様に、注目ブロックB_{N-1}と、その右に隣接するブロックB_{N-2}とは同一のライン構造を有するから、注目ブロックB_{N-1}の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの右上のブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0066】また、注目ブロックB_{N-1}の下境界画素それぞれについては、その下に隣接する画素、即ち、注目マクロブロックMB_Nの左下のブロックB_{N-3}の第1ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0067】さらに、注目ブロックB_{N-1}の左の境界画素に関しては、その第1, 3, 5, 7ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの左隣

のマクロブロックMB_Lを構成する右上のブロックB_{L-2}の第1乃至4ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられ、第2, 4, 6, 8ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの左隣のマクロブロックMB_Lを構成する右下のブロックB_{L-4}の第1乃至4ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0068】また、注目ブロックB_{N-1}の上境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの上に隣接するマクロブロックMB_Uを構成する左下のブロックB_{U-3}の第8ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0069】次に、例えば、図8に示すように、注目マクロブロックMB_Nと、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフィールドDCTモードである場合には、図6における場合と同様に、注目ブロックB_{N-1}と、その右に隣接するブロックB_{N-2}とは同一のライン構造を有するから、注目ブロックB_{N-1}の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロックMB_Nの右上のブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0070】また、注目ブロックB_{N-1}の上境界画素それぞれについては、その上に隣接する画素、即ち、注目マクロブロックMB_Nの上に隣接するマクロブロックMB_Uの左下のブロックB_{U-1}の第8ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0071】さらに、注目ブロックB_{N-1}の左境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの左隣のマクロブロックMB_Lを構成する右上のブロックB_{L-2}の第1乃至第8ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられる。

【0072】なお、MB_U、MB_L、MB_Dがそれぞれ異なるDCTタイプである場合、図5と7、または図6と8の組み合わせとなる。

【0073】また、注目ブロックB_{N-1}の下境界画素それぞれについては、注目マクロブロックMB_Nの下に隣接するマクロブロックMB_Dを構成する左上のブロックB_{D-1}の第1ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0074】以上のように、ブロック境界段差検出部21は、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することにより注目マクロブロックと、それに隣接するマクロブロックを構成するブロックのライン構造を認識し、注目ブロックの境界画素について、その境界画素と本来隣接する画素との差分を演算し、差分情報を得る。

【0075】次に、図1の歪補正値算出部2を構成するアクティビティ算出部22の処理について説明する。

【0076】アクティビティ算出部22は、MPEGコード部11から供給される画素値のブロックについて、

そのアクティビティを計算する。即ち、いま、ブロックの第 1 行第 j 列の画素値を、 $p(i, j)$ と表すと、アクティビティ算出部 22 は、ブロックのアクティビティ *

$$V_{act} = \Sigma (p(i, j))^2 / (I \times J) - (\Sigma p(i, j) / (I \times J))^2$$

但し、式 (1) において、 Σ は、 i, j を、1 から I, J までに変えてのサメーションを表し、 I と J は、ブロックを構成する画素のライン数と列数を、それぞれ表す。従って、本実施の形態では、 I, J は、ともに 8 である。

【0078】なお、アクティビティ算出部 22 は、注目ブロックについてアクティビティを計算するとともに、その注目ブロックの上下左右にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティも計算する。但し、アクティビティ算出部 22 は、注目ブロックの上下左右にそれぞれ隣接するブロックに関しては、サイドインフォメーション抽出部 13 から供給される DCT タイプを参照することにより、そのブロックを構成するライン構造を認識し、注目ブロックと同一構成のライン構造のブロックについて、アクティビティを計算する。

【0079】即ち、例えば、図 5 に示したように、注目マクロブロック MB_N と、マクロブロック MB_U, MB_D, MB_L が、いずれもフレーム DCT モードである場合には、アクティビティ算出部 22 は、注目ブロック B_{N-1} の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロック B_{N-1} の上に隣接するブロック B_{U-3} の第 1 乃至第 8 ライン、下に隣接するブロック B_{N-3} の第 1 乃至第 8 ライン、左に隣接するブロック B_{L-2} の第 1 乃至第 8 ライン、右に隣接するブロック B_{N-2} の第 1 乃至第 8 ラインから、式 (1) にしたがって演算する。

【0080】また、例えば、図 6 に示したように、注目マクロブロック MB_N がフィールド DCT モードであり、マクロブロック MB_U, MB_D, MB_L が、いずれもフレーム DCT モードである場合には、アクティビティ算出部 22 は、注目ブロック B_{N-1} の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロック B_{N-1} の上に隣接するマクロブロック MB_U のブロック B_{U-1} の 4 つの奇数ラインおよびブロック B_{U-3} の 4 つの奇数ライン、下に隣接するマクロブロック MB_D のブロック B_{D-1} の 4 つの奇数ラインおよびブロック B_{D-3} の 4 つの奇数ライン、左に隣接するマクロブロック MB_L のブロック B_{L-2} の 4 つの奇数ラインおよびブロック B_{L-4} の 4 つの奇数ライン、右に隣接するブロック B_{N-2} の第 1 乃至第 8 ラインから、式 (1) にしたがって演算する。

【0081】さらに、例えば、図 7 に示したように、注目マクロブロック MB_N がフレーム DCT モードであり、マクロブロック MB_U, MB_D, MB_L が、いずれもフィールド DCT モードである場合には、アクティビティ

* V_{act} を、例えば、次式にしたがって計算する。

【0077】

... (1)

イ算出部 22 は、注目ブロック B_{N-1} の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロック B_{N-1} の上に隣接するマクロブロック MB_U のブロック B_{U-1} の第 5 乃至第 8 ラインおよびブロック B_{U-3} の第 5 乃至第 8 ライン、下に隣接するブロック B_{N-3} の第 1 乃至第 8 ライン、左に隣接するマクロブロック MB_L のブロック B_{L-2} の第 1 乃至第 4 ラインおよびブロック B_{L-4} の第 1 乃至第 4 ライン、右に隣接するブロック B_{N-2} の第 1 乃至第 8 ラインから、式 (1) にしたがって演算する。

【0082】また、例えば、図 8 に示したように、注目マクロブロック MB_N 、マクロブロック MB_U, MB_D, MB_L が、いずれもフィールド DCT モードである場合には、アクティビティ算出部 22 は、注目ブロック B_{N-1} の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロック B_{N-1} の上に隣接するマクロブロック MB_U のブロック B_{U-1} の第 1 乃至第 8 ライン、下に隣接するマクロブロック MB_D のブロック B_{D-1} の第 1 乃至第 8 ライン、左に隣接するブロック B_{L-2} の第 1 乃至第 8 ライン、右に隣接するブロック B_{N-2} の第 1 乃至第 8 ラインから、式 (1) にしたがって演算する。

【0083】次に、図 1 の歪補正值算出部 2 を構成する補正值算出部 23 の処理について説明する。

【0084】補正值算出部 23 は、ブロック境界段差検出部 21 から供給される注目ブロックの境界の差分情報を、アクティビティ算出部 22 からの注目ブロックおよびその上下左右に隣接するブロックのアクティビティに基づいて処理することにより、補正值を算出する。

【0085】即ち、補正值算出部 23 は、注目ブロックと、それに隣接するブロック（以下、適宜、隣接ブロックという）とのアクティビティがほぼ等しい場合には、その注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値とを、それらの 2 つの画素値の中間値に近づけるような補正值を求める。

【0086】具体的には、例えば、いま差分情報として用いている、注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値との差分を、差分画素値というものとすると、補正值算出部 23 は、例えば、図 9 (A) に示すように、ブロック歪みを低減するために、注目ブロックの境界画素の画素値を、差分画素値の $7/16$ だけ、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に近づけるような補正值を求める。

【0087】なお、境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値については、その隣接ブロックが注目ブロックと

なった場合に、上述の場合と同様にして、差分画素値の $7/16$ だけ画素値を補正するような補正值が求められる。また、この場合、注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値とが、互いに、差分画素値の $7/16$ だけ近づくように補正されることとなり、従って、それらの2つの補正後の画素値の間には、差分画素値の $1/8 (= 2/16)$ だけの差が生じるが、これは、隣接するブロックの境界画素どうしの間に、ある程度の差がある方が、そのブロックどうしが滑らかに繋がり、自然に見えるからである。

【0088】一方、補正值算出部23は、注目ブロックと、隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合には、その注目ブロックの境界画素の画素値、またはその境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値のうちの、アクティビティが大きい方のブロックの画素値を、アクティビティが小さい方のブロックの画素値に近づけるような補正值を求める。

【0089】即ち、注目ブロックと、隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合には、そのうちのアクティビティの大きい方のブロックがモスキートノイズを含んでいる可能性が高いため、そのモスキートノイズが、他方のブロック（アクティビティが小さい方のブロック）に伝搬（影響）することを防止する必要*

$$G_u = 7/16 + (C-A)/(C+A) \times 1/2 + |C-A|/|C+A| \times 1/16$$

$$G_d = 7/16 + (C-E)/(C+E) \times 1/2 + |C-E|/|C+E| \times 1/16$$

$$G_l = 7/16 + (C-B)/(C+B) \times 1/2 + |C-B|/|C+B| \times 1/16$$

$$G_r = 7/16 + (C-D)/(C+D) \times 1/2 + |C-D|/|C+D| \times 1/16$$

... (2)

【0094】そして、補正值算出部23は、図11に示すように、注目ブロックの上下左右の境界それぞれの差分情報としての差分画素値を、 G_u 、 G_d 、 G_l 、 G_r 倍して補正值を得る。

【0095】なお、補正值算出部23は、差分情報のうちの、例えば、最も左上の差分画素値については、重み G_u と G_l との平均値を重みとして付す。同様に、補正值算出部23は、最も右上の差分画素値については、重み G_u と G_r との平均値を、最も左下の差分画素値については、重み G_l と G_d との平均値を、最も右下の差分画素値については、重み G_r と G_d との平均値を、それぞれ重みとして付す。

【0096】従って、補正值算出部23では、境界部分に、重みが付された差分画素値が配置され、残りの部分に、0が配置されている 8×8 のブロックの補正值が得られる。

【0097】また、上述の場合には、差分情報に対して、アクティビティにのみ基づく重みを付して補正值を求めるようにしたが、補正值は、その他、例えば、注目ブロックに隣接する隣接ブロックが、注目マクロブロックではないマクロブロックに属し、かつ、注目ブロックと隣接ブロックとの量子化スケールが異なるときには、

*がある。

【0090】そこで、補正值算出部23は、注目ブロックと隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合において、そのうちの注目ブロックのアクティビティの方が大きいときには、例えば、図9(B)に示すように、注目ブロックの境界画素の画素値を、差分画素値の分だけ、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に近づけるような補正值、即ち、注目ブロックの境界画素の画素値を、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に一致させるような補正值を求める。

【0091】補正值算出部23は、以上のような補正值を、ブロック境界段差検出部21からの差分画素値である差分情報と、アクティビティ算出部22からのアクティビティを用いて、例えば、次のようにして求める。

【0092】即ち、例えば、いま、図10に示すように、注目ブロックのアクティビティをCで表すとともに、その上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれA、E、B、Dでそれぞれ表すすると、補正值算出部23は、注目ブロックの上下左右の境界の差分情報としての差分画素値それぞれに対して付す重み G_u 、 G_d 、 G_l 、 G_r を、次式にしたがって演算する。

【0093】

差分情報に対して、アクティビティと量子化スケールとに基づく重みを付して求めるようにすること等が可能である。

【0098】次に、図1の歪補正值算出部2を構成する高域低減部25の処理について説明する。

【0099】高域低減部25には、補正值算出部23において得られる空間領域の 8×8 のブロックの補正值が、DCT変換部24において、図12(A)に示すようにDCT処理され、 8×8 個の周波数領域のDCT係数とされたものが供給される。

【0100】高域低減部25は、そこに供給される補正值としてのDCT係数のうちの高次のものを低減することにより、即ち、例えば、図12(B)に示すように、補正值としての 8×8 個のDCT係数のうちの第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列のものを0とすること等により、その補正值を修正し、補正值加算部31に供給する。

【0101】即ち、DCT変換部24が出力する補正值を、そのまま、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数の補正に用いると、そのブロックの境界付近の画素値しか補正されず、その結果、例えば、図13(A)に示すような急峻な段差のあるプロ

ックの境界部分の画素値は、図13(B)に示すように補正される。従って、ブロックの境界は、補正前よりも目立たなくはなるが、それでも、ブロックの境界部分の段差が、まだ急峻であるため、復号画像にブロック構造が現れる。

【0102】そこで、高域低減部25は、補正值としてのDCT係数の高次のものを低減することにより、その補正值を修正する。このような修正後の補正值を、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数の補正に用いた場合には、そのブロックの境界付近だけでなく、その内部の画素値も補正され、その結果、例えば、図13(A)に示すような急峻な段差のあるブロックの境界部分の画素値は、図13(C)に示すように補正される。従って、ブロックの境界部分の段差が滑らかになるため、復号画像にブロック構造が現れることを、十分低減することができる。

【0103】次に、高域低減部25において、補正值としてのDCT係数の高次のものを低減するように、補正值を修正する方法としては、図12(B)に示したような、高次のDCT係数を0とする方法以外の方法を採用

することが可能である。

【0104】即ち、例えば、図14(A)に示すように、補正值は、第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列のものを0に修正するのではなく、任意の第i行以上、および第i列以上のものを0に修正することができる。そして、この場合、変数iは、注目ブロックのアクティビティや、注目ブロックの量子化に用いられた量子化スケール等に基づいて決定することができる。即ち、例えば、注目ブロックのアクティビティが大きい場合には、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、そのアクティビティが小さい場合には、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの量子化スケールが小さい場合には、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その量子化スケールが大きい場合には、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0105】なお、注目ブロックのアクティビティや量子化スケール等に基づいて、0に修正するDCT係数の次数を決定する場合には、その次数の下限値を設定しておくようにすることができる。即ち、例えば、第4行以下および第4列以下のDCT係数は、0に修正しないような設定をしておくことが可能である。この場合、0に修正するDCT係数は、第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列の範囲で変化することになる。

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / (b \times u + c \times v)$$

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / \sqrt{(b \times u)^2 + (c \times v)^2}$$

$$\dots (3)$$

但し、式(3)において、a, b, cは、注目ブロックや、その上下左右に隣接するブロックのアクティビティ

*【0106】また、補正值は、図14(A)に示したように、8×8のDCT係数のうち、同一の行と列以上のものを0に修正する他、0に修正する行と列を、独立に決定することも可能である。

【0107】即ち、例えば、図14(B)に示すように、注目ブロックの左と右にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティが大きい場合には、水平方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その左右に隣接するブロックのアクティビティが小さい場合には、水平方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの上と下にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティが大きい場合には、垂直方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、上下に隣接するブロックのアクティビティが小さい場合には、垂直方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0108】さらに、例えば、注目ブロックの左と右にそれぞれ隣接するブロックの量子化スケールが小さい場合には、水平方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その左右に隣接するブロックの量子化スケールが大きい場合には、水平方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの上と下にそれぞれ隣接するブロックの量子化スケールが小さい場合には、垂直方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その上下に隣接するブロックの量子化スケールが大きい場合には、垂直方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0109】さらに、図14(A)や図14(B)に示した場合においては、注目ブロックと、その上下に隣接するブロックや左右に隣接するブロックとのアクティビティの和等に基づいて、0に修正するDCT係数の次数を決定することも可能である。

【0110】また、補正值としてのDCT係数は、例えば、そのDCT係数に、所定の重み付けを行うことにより修正することも可能である。

【0111】即ち、例えば、図14(C)に示すように、補正值としての8×8のDCT係数のうち、第v行第u列のDCT係数を、F(u, v)と表すとともに、修正後の補正值としてのDCT係数を、F'(u, v)と表すこととすると、補正值としてのDCT係数は、例えば、次の2つの式のいずれかにしたがって修正することが可能である。

【0112】

ィ、あるいは量子化スケール等に基づいて設定される定数を表す。

【0113】また、補正值としてのDCT係数は、例えば、注目ブロックの量子化に用いられた量子化テーブルに基づく重み付けを行うことにより修正することも可能である。

【0114】即ち、注目ブロックの量子化に用いられた量子化テーブルqが、例えば、図14(D)に示すよう*

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / q(u, v)$$

但し、式(4)において、aは、式(3)における場合と同様に、注目ブロック等のアクティビティ等に基づいて設定される定数を表す。

【0116】次に、図1の画像再構成部3を構成する補正值加算部31の処理について説明する。

【0117】補正值加算部31は、図15(A)に示すように、DCT係数抽出／逆量子化部12から供給される、ビデオストリームから抽出された注目ブロックのDCT係数から、高域低減部25から供給される、注目ブロックに対応する補正值としてのDCT係数を減算することで、注目ブロックのDCT係数を補正し、逆DCT変換部32に供給する。逆DCT変換部32では、このようにして補正值加算部31から供給される補正後の注目ブロックのDCT係数が逆DCT処理され、これにより、図15(B)に示すような空間領域の8×8画素のブロックが得られる。

【0118】なお、P、Bピクチャについては、MPEGエンコードの際、元の画像と、その予測画像との差分(予測残差)がDCT処理され、さらに量子化されるから、その量子化の結果得られるDCT係数は、すべて0となることがあり、この場合、ビデオストリームに、DCT係数は含められない。このような場合には、補正值加算部31は、ブロックのDCT係数が、すべて0であるとして、その0から、補正值を減算して、補正後のDCT係数を得る。

【0119】また、上述の場合には、補正值加算部31において、注目ブロックのDCT係数を、補正值によって必ず補正するようにしたが、注目ブロックのDCT係数によって十分な画質が得られる場合(ブロック歪み等が目立たない場合等)には、補正を行わないようにすることが可能である。

【0120】即ち、補正值加算部31では、例えば、マクロブロック単位で、そのマクロブロックを構成するブロックの補正を行うかどうかを、サイドインフォメーション抽出部13から供給される量子化スケール等に基づいて判定するようにすることが可能である。具体的には、例えば、ブロックの量子化スケールが所定の閾値以下(未満)の場合(量子化が細かい場合)には、ブロックの補正を行わず、ブロックの量子化スケールが所定の閾値より大(以上)の場合(量子化が粗い)には、ブロックの補正を行うようにすることが可能である。

【0121】次に、図16および図17は、本件発明者

*なものであった場合において、その量子化テーブルqの第v行第u列の値をq(u, v)と表すと、補正值としてのDCT係数は、例えば、次式にしたがって修正することが可能である。

【0115】

・・・(4)

が行ったシミュレーション結果を示している。なお、図16および図17の左側に四角形で囲んである部分は、それぞれの画像の一部分を拡大したものである。

【0122】図16は、従来のMPEG方式によりエンコードした画像を、従来のMPEG方式によりデコードしたデコード結果を示している。図16の左側に示した拡大部分から明らかなように、顕著に、ブロック歪みが現れている。

【0123】図17は、従来のMPEG方式によりエンコードした画像を、図1の画像処理装置によりデコードしたデコード結果を示している。図17の左側に示した拡大部分から明らかなように、図16においてモザイク状に現れているブロック歪みが十分に低減されていることが分かる。

【0124】なお、MPEGでは、P、Bピクチャにおいて、スキップマクロブロックが生じると、スキップマクロブロックには、DCTタイプが付加されないため、ブロック境界段差検出部21やアクティビティ算出部22等において、ブロックのライン構造が、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードのうちのいずれであるのか認識することができなくなる。このことは、MPEGデコード部11において得られたIピクチャに動き補償を施して予測画像を得る場合に問題となるが、図1で説明したように、出力画像作成部33で得られたIピクチャに動き補償を施して予測画像を得る場合には、スキップマクロブロックについては、特に処理を行わずにスキップするだけで良いので、特に問題は生じない。

【0125】以上のように、ブロックの境界部分の差分情報に、アクティビティに基づく重みを付すことにより補正值を得て、その補正值によって、ブロックのDCT係数を補正するようにしたので、特に平坦な部分で生じやすいブロック歪みを十分に低減した高画質の復号画像を得ることができる。

【0126】さらに、エッジを含むブロック(アクティビティの高いブロック)で発生するモスキートノイズが、平坦なブロックに伝搬することを防止することができる。

【0127】また、モスキートノイズが生じているブロック(アクティビティの高いブロック)の画素値は、図9(B)で説明したように、平坦なブロック(アクティビティの低いブロック)の画素値に近づくように補正さ

れるため、モスキートノイズが生じているブロックの、そのモスキートノイズを目立たなくすることができる。

【0128】さらに、図1の画像処理装置は、ブロック歪み等を除去するための補正值としてのDCT係数を求め、その補正值によって、ブロックのDCT係数を補正するため、逆DCT処理を行うMP EGデコード処理との親和性が高く、MP EGデコーダに組み込んで、リアルタイムで処理を行うようにすることが可能である。

【0129】また、補正值は、ブロックの境界部分の差分情報、即ち、いわばブロック境界における歪みそのものから生成されるため、その補正值による補正の効果は、基本的に、MP EGエンコード時における圧縮率の影響をほとんど受けない。

【0130】さらに、高域低減部25における補正值の修正や、補正值加算部31におけるブロックの補正においては、量子化スケールその他のサイドインフォメーションを利用することで、適応的な歪み除去を行うことができる。即ち、例えば、補正值加算部31では、上述したように、マクロブロックの量子化スケールを参照することにより、量子化誤差による画質の劣化の程度を推測して、その劣化の程度によって、ブロックの補正を行ったり、または行わないようにすることができる。

【0131】次に、図1の画像処理装置では、逆DCT変換部32において、DCT係数に対して逆DCT処理*

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots$$

【0136】式(5)を一般化するために、タップ係数 w_j の集合でなる行列 W 、生徒データ x_{ij} の集合でなる行列 X 、および予測値 $E[y_j]$ の集合でなる行列 Y' を、

【数1】

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{I1} & x_{I2} & \dots & x_{IJ} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_J \end{bmatrix}, Y' = \begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_J] \end{bmatrix}$$

※

$$XW = Y'$$

ここで、行列 X の成分 x_{ij} は、 i 件目の生徒データの集合(i 件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合)の中の j 番目の生徒データを意味し、行列 W の成分 w_j は、生徒データの集合の中の j 番目の生徒データとの積が演算されるタップ係数を表す。また、 y_i は、 i 件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$ は、 i 件目の教師データの予測値を表す。なお、式(5)の左辺における y は、行列 Y の成分 y_i のサフィックス i を省略したものであり、また、式(5)の右辺

※で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

【0137】

$$\dots (5)$$

$$\dots (6)$$

における x_1, x_2, \dots も、行列 X の成分 x_{ij} のサフィックス i を省略したものである。

【0138】そして、この観測方程式に最小自乗法を適用して、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる真の画素値 y の集合でなる行列 Y 、および画素値 y に対する予測値 $E[y]$ の残差 e の集合でなる行列 E を、

【数2】

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_I \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_I \end{bmatrix}$$

*

$$XW = Y + E$$

【0140】この場合、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるためのタップ係数 w_j は、自乗誤差【数3】

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

※

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, J)$$

・・・(8)

【0143】そこで、まず、式(7)を、タップ係数 w_j で微分することにより、次式が成立する。

【0144】

【数5】

$$\frac{\partial e_1}{\partial w_1} = x_{11}, \frac{\partial e_1}{\partial w_2} = x_{12}, \dots, \frac{\partial e_1}{\partial w_J} = x_{1J}, (i=1, 2, \dots, I)$$

・・・(9)

【0145】式(8)および(9)より、式(10)が得られる。

【0146】

【数6】

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \dots, \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$$

・・・(10)

【0147】さらに、式(7)の残差方程式における生徒データ x_{ij} 、タップ係数 w_j 、教師データ y_i 、および残差 e_i の関係を考慮すると、式(10)から、次のような正規方程式を得ることができる。

【0148】

【数7】

$$\begin{cases} (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i1} y_i) \\ (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i2} y_i) \\ \dots \\ (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i) \end{cases}$$

★

$$AW = v$$

で表すことができる。

【0150】式(11)における各正規方程式は、生徒

26

*で定義すると、式(6)から、次のような残差方程式が成立する。

【0139】

・・・(7)

※【0141】従って、上述の自乗誤差をタップ係数 w_j で微分したものが0になる場合、即ち、次式を満たすタップ係数 w_j が、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

【0142】

【数4】

★・・・(11)

【0149】なお、式(11)に示した正規方程式は、行列(共分散行列) A およびベクトル v を、

20 【数8】

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ} \end{pmatrix}$$

30

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i \end{pmatrix}$$

で定義するとともに、ベクトル W を、数1で示したように定義すると、式

40

・・・(12)

データ x_{ij} および教師データ y_i のセットを、ある程度
50 の数だけ用意することで、求めるべきタップ係数 w_j の

数 J と同じ数だけたてることができ、従って、式(12)を、ベクトル W について解くことで(但し、式(12)を解くには、式(12)における行列 A が正則である必要がある)、最適なタップ係数(ここでは、自乗誤差を最小にするタップ係数) w_j を求めることができる。なお、式(12)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

【0151】以上のようにして、最適なタップ係数 w_j を求めておく学習処理を行い、さらに、そのタップ係数 w_j を用い、式(5)により、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求める予測処理を行うのが適応処理である。

【0152】図18は、以上のようなクラス分類適応処理により、DCT係数を画素値に復号する、逆DCT変換部32の構成例を示している。

【0153】補正值加算部31が出力する 8×8 のブロックごとのDCT係数は、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42に供給されるようになっている。

【0154】予測タップ抽出回路41は、そこに供給されるDCT係数のブロック(以下、適宜、DCTブロックという)に対応する画素値のブロック(この画素値のブロックは、現段階では存在しないが、仮想的に想定される)(以下、適宜、画素ブロックという)を、順次、注目画素ブロックとし、さらに、その注目画素ブロックを構成する各画素を、例えば、いわゆるラスタスキャン順に、順次、注目画素とする。さらに、予測タップ抽出回路41は、注目画素の画素値を予測するのに用いるDCT係数を抽出し、予測タップとする。

【0155】即ち、予測タップ抽出回路41は、例えば、注目画素が属する画素ブロックに対応するDCTブロックのすべてのDCT係数、即ち、 8×8 の64個のDCT係数を、予測タップとして抽出する。従って、本実施の形態では、ある画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成される。但し、予測タップは、注目画素ごとに、異なるDCT係数で構成することが可能である。

【0156】予測タップ抽出回路41において得られる、画素ブロックを構成する各画素についての予測タップ、即ち、64画素それぞれについての64セットの予測タップは、積和演算回路45に供給される。但し、本実施の形態では、上述したように、画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、1つの画素ブロックに対して、1セットの予測タップを、積和演算回路45に供給すれば良い。

【0157】クラスタップ抽出回路42は、注目画素を、幾つかのクラスのうちのいずれかに分類するためのクラス分類に用いるDCT係数を抽出して、クラスタップとする。

【0158】なお、MPEGエンコードでは、画像が、画素ブロックごとにDCT処理されることから、ある画素ブロックに属する画素は、例えば、すべて同一のクラスにクラス分類することとする。従って、クラスタップ抽出回路42は、ある画素ブロックの各画素については、同一のクラスタップを構成する。即ち、クラスタップ抽出回路42は、例えば、予測タップ抽出回路41における場合と同様に、注目画素が属する画素ブロックに対応するDCTブロックの 8×8 個のすべてのDCT係数を、クラスタップとして抽出する。

【0159】ここで、画素ブロックに属する各画素を、すべて同一のクラスにクラス分類するということは、その画素ブロックをクラス分類することと等価である。従って、クラスタップ抽出回路42には、注目画素ブロックを構成する64画素それぞれをクラス分類するための64セットのクラスタップではなく、注目画素ブロックをクラス分類するための1セットのクラスタップを構成させれば良く、このため、クラスタップ抽出回路42は、画素ブロックごとに、その画素ブロックをクラス分類するために、その画素ブロックに対応するDCTブロックの64個のDCT係数を抽出して、クラスタップとすようになっている。

【0160】なお、予測タップやクラスタップを構成するDCT係数は、上述したパターンのもに限定されるものではない。

【0161】クラスタップ抽出回路42において得られる、注目画素ブロックのクラスタップは、クラス分類回路43に供給されるようになっており、クラス分類回路43は、クラスタップ抽出回路42からのクラスタップに基づき、注目画素ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを出力する。

【0162】ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)等を採用することができる。

【0163】ADRCを用いる方法では、クラスタップを構成するDCT係数が、ADRC処理され、その結果得られるADRCコードにしたがって、注目画素ブロックのクラスが決定される。

【0164】なお、KビットADRCにおいては、例えば、クラスタップを構成するDCT係数の最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジDRに基づいて、クラスタップを構成するDCT係数がKビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成するDCT係数の中から、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^K$ で除算(量子化)される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップを構成するKビットの各DCT係数を、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。従って、クラスタップが、例えば、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップを構

成する各DCT係数は、最小値MINが減算された後に、最大値MAXと最小値MINとの平均値で除算され、これにより、各DCT係数が1ビットとされる(2値化される)。そして、その1ビットのDCT係数を所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。

【0165】なお、クラス分類回路43には、例えば、クラスタップを構成するDCT係数のレベル分布のパターンを、そのままクラスコードとして出力させることも可能であるが、この場合、クラスタップが、N個のDCT係数で構成され、各DCT係数に、Kビットが割り当てられているとすると、クラス分類回路43が出力するクラスコードの場合の数は、 $(2^N)^K$ 通りとなり、DCT係数のビット数Kに指数的に比例した膨大な数となる。

【0166】従って、クラス分類回路43においては、クラスタップの情報量を、上述のADRC処理や、あるいはベクトル量子化等によって圧縮してから、クラス分類を行うのが好ましい。

【0167】ところで、本実施の形態では、クラスタップは、上述したように、64個のDCT係数で構成される。従って、例えば、仮に、クラスタップを1ビットADRC処理することにより、クラス分類を行うこととしても、クラスコードの場合の数は、 2^{64} 通りという大きな値となる。

【0168】そこで、本実施の形態では、クラス分類回路43において、クラスタップを構成するDCT係数から、重要性の高い特徴量を抽出し、その特徴量に基づいてクラス分類を行うことで、クラス数を低減するようになっている。

【0169】即ち、図19は、図18のクラス分類回路43の構成例を示している。

【0170】クラスタップは、電力演算回路51に供給されるようになっており、電力演算回路51は、クラスタップを構成するDCT係数を、幾つかの空間周波数帯域のものに分け、各周波数帯域の電力を演算する。

【0171】即ち、電力演算回路51は、クラスタップを構成する 8×8 個のDCT係数を、例えば、図20に示すような4つの空間周波数帯域S0、S1、S2、S3に分割する。

【0172】さらに、電力演算回路51は、空間周波数帯域S0、S1、S2、S3それぞれについて、DCT係数のAC成分の電力(AC成分の2乗和)P0、P1、P2、P3を演算し、クラスコード生成回路52に出力する。

【0173】クラスコード生成回路52は、電力演算回路51からの電力P0、P1、P2、P3を、閾値テーブル記憶部53に記憶された、対応する閾値TH0、TH1、TH2、TH3とそれぞれ比較し、それぞれの大小関係に基づいて、クラスコードを出力する。即ち、クラスコード生成回路52は、電力P0と閾値TH0とを比

較し、その大小関係を表す1ビットのコードを得る。同様に、クラスコード生成回路52は、電力P1と閾値TH1、電力P2と閾値TH2、電力P3と閾値TH3を、それぞれ比較することにより、それぞれについて、1ビットのコードを得る。そして、クラスコード生成回路52は、以上のようにして得られる4つの1ビットのコードを、例えば、所定の順番で並べることにより得られる4ビットのコード(従って、0乃至15のうちのいずれかの値)を、注目画素ブロックのクラスを表すクラスコードとして出力する。従って、本実施の形態では、注目画素ブロックは、 $2^4 (= 16)$ 個のクラスのうちのいずれかにクラス分類されることになる。

【0174】閾値テーブル記憶部53は、空間周波数帯域S0乃至S3の電力P0乃至P3とそれぞれ比較する閾値TH0乃至TH3を記憶している。

【0175】なお、上述の場合には、クラス分類処理に、DCT係数のDC成分が用いられないが、このDC成分をも用いてクラス分類処理を行うことも可能である。

【0176】図18に戻り、以上のようなクラス分類回路43が出力するクラスコードは、係数テーブル記憶部44に、アドレスとして与えられる。

【0177】係数テーブル記憶部44は、上述したような教師データと生徒データとを用いた学習処理が行われることにより得られるタップ係数が登録された係数テーブルを記憶しており、クラス分類回路43が出力するクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を積和演算回路45に出力する。

【0178】ここで、本実施の形態では、画素ブロックがクラス分類されるから、注目画素ブロックについて、1つのクラスコードが得られる。一方、画素ブロックは、本実施の形態では、 8×8 画素の64画素で構成されるから、注目画素ブロックについて、それを構成する64画素それぞれを復号するための64セットのタップ係数が必要である。従って、係数テーブル記憶部44には、1つのクラスコードに対応するアドレスに対して、64セットのタップ係数が記憶されている。

【0179】積和演算回路45は、予測タップ抽出回路41が出力する予測タップと、係数テーブル記憶部44が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(5)に示した線形予測演算(積和演算)を行い、その結果得られる注目画素ブロックの 8×8 画素の画素値を、対応するDCTブロックの復号結果(逆DCT結果)として、出力画像作成部33(図1)に出力する。

【0180】ここで、予測タップ抽出回路41においては、上述したように、注目画素ブロックの各画素が、順次、注目画素とされるが、積和演算回路45は、注目画素ブロックの、注目画素となっている画素の位置に対応した動作モード(以下、適宜、画素位置モードという)

となって、処理を行う。

【0181】即ち、例えば、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、 i 番目の画素を、 p_i と表し、画素 p_i が、注目画素となっている場合、積和演算回路 45 は、画素位置モード # i の処理を行う。

【0182】具体的には、上述したように、係数テーブル記憶部 44 は、注目画素ブロックを構成する 64 画素それぞれを復号するための 64 セットのタップ係数を出力するが、そのうちの画素 p_i を復号するためのタップ係数のセットを W_i と表すと、積和演算回路 45 は、動作モードが、画素位置モード # i のときには、予測タップと、64 セットのタップ係数のうちのセット W_i とを用いて、式 (5) の積和演算を行い、その積和演算結果を、画素 p_i の復号結果とする。

【0183】次に、図 21 のフローチャートを参照して、図 18 の逆 DCT 変換部 32 の処理について説明する。

【0184】補正值加算部 31 (図 1) が出力するブロックごとの DCT 係数は、予測タップ抽出回路 41 およびクラスタップ抽出回路 42 において順次受信され、予測タップ抽出回路 41 は、そこに供給される DCT 係数のブロック (DCT ブロック) に対応する画素ブロックを、順次、注目画素ブロックとする。

【0185】そして、クラスタップ抽出回路 42 は、ステップ S 21 において、そこで受信した DCT 係数の中から、注目画素ブロックをクラス分類するのに用いるものを抽出して、クラスタップを構成し、クラス分類回路 43 に供給する。

【0186】クラス分類回路 43 は、ステップ S 22 において、クラスタップ抽出回路 42 からのクラスタップを用いて、注目画素ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスコードを、係数テーブル記憶部 44 に出力する。

【0187】即ち、ステップ S 22 では、クラス分類回路 43 (図 19) の電力演算回路 51 が、クラスタップを構成する 8×8 個の DCT 係数を、図 20 に示した 4 つの空間周波数帯域 S0 乃至 S3 に分割し、それぞれの電力 P0 乃至 P3 を演算する。この電力 P0 乃至 P3 は、電力演算回路 51 からクラスコード生成回路 52 に出力される。

【0188】クラスコード生成回路 52 は、閾値テーブル記憶部 53 から閾値 TH0 乃至 TH3 を読み出し、電力演算回路 51 からの電力 P0 乃至 P3 それぞれと、閾値 TH0 乃至 TH3 それぞれとを比較し、それぞれの大小関係に基づいたクラスコードを生成する。

【0189】以上のようにして得られるクラスコードは、クラス分類回路 43 から係数テーブル記憶部 44 に対して、アドレスとして与えられる。

【0190】係数テーブル記憶部 44 は、クラス分類回路 43 からのアドレスとしてのクラスコードを受信する

と、ステップ S 23 において、そのアドレスに記憶されている 64 セットのタップ係数を読み出し、積和演算回路 45 に出力する。

【0191】そして、ステップ S 24 に進み、予測タップ抽出回路 41 は、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、注目画素として、その注目画素の画素値を予測するのに用いる DCT 係数を抽出し、予測タップとして構成する。この予測タップは、予測タップ抽出回路 41 から積和演算回路 45 に供給される。

【0192】ここで、本実施の形態では、各画素ブロックごとに、その画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、ステップ S 24 の処理は、注目画素ブロックについて、最初に注目画素とされる画素に対してだけ行えば、残りの 63 画素に対しては、行う必要がない。

【0193】積和演算回路 45 は、ステップ S 25 において、ステップ S 23 で係数テーブル記憶部 44 が出力する 64 セットのタップ係数のうち、注目画素に対する画素位置モードに対応するタップ係数のセットを取得し、そのタップ係数のセットと、ステップ S 24 で予測タップ抽出回路 41 から供給される予測タップとを用いて、式 (5) に示した積和演算を行い、注目画素の画素値の復号値を得る。

【0194】そして、ステップ S 26 に進み、予測タップ抽出回路 41 は、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったかどうかを判定する。ステップ S 26 において、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として、まだ処理を行っていないと判定された場合、ステップ S 24 に戻り、予測タップ抽出回路 41 は、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、新たに注目画素として、以下、同様の処理を繰り返す。

【0195】また、ステップ S 26 において、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったと判定された場合、即ち、注目画素ブロックのすべての画素の復号値が得られた場合、積和演算回路 45 は、その復号値で構成される画素ブロック (復号ブロック) を、出力画像作成部 33 (図 1) に出力し、処理を終了する。

【0196】なお、係数テーブル記憶部 44 には、ある画像を教師データとするとともに、その画像を MPEG エンコードしたものを図 1 の画像処理装置の入力とした場合の補正值加算部 31 の出力を生徒データとして、学習処理を行うことにより得られるタップ係数を記憶しておく必要がある。

【0197】また、上述の場合には、DCT ブロックの DCT 係数のみを用いてクラス分類を行うようにしたが、クラス分類は、DCT 係数の他、例えば、その DCT ブロックのアクティビティや、量子化スケール、 I 、

P, Bピクチャの別等をも用いて行うことが可能である。この場合、学習処理においても、DCT係数、アクティビティ、量子化スケール、I, P, Bピクチャの別等を用いてクラス分類を行う必要があるから、タップ係数が、DCT係数、アクティビティ、量子化スケール、I, P, Bピクチャの別等に応じて求められることとなる。従って、そのようなタップ係数を用いて、DCT係数を画素値に変換する場合には、その画素値で構成される画像の高画質化を図ることが可能となる。

【0198】さらに、クラス分類適応処理は、DCT係数を画素値に変換する場合の他、その逆に、画素値をDCT係数に変換する場合にも利用することができる。即ち、例えば、図1のDCT変換部24でも、クラス分類適応処理を利用して、補正值算出部23の出力をDCT係数に変換することが可能である。但し、この場合には、補正值算出部23の出力を生徒データとするとともに、その出力をDCT処理して得られるDCT係数を教師データとして学習処理を行い、タップ係数を求めておく必要がある。

【0199】次に、図22は、本発明を適用した画像処理装置の他の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図1における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図22の画像処理装置は、第1に、演算器4が新たに設けられ、第2に、入力画像分析部1にDCT変換部14が新たに設けられ、第3に、歪補正值算出部2のブロック段差検出部21またはアクティビティ算出部22に替えて、ブロック段差検出部26またはアクティビティ算出部27がそれぞれ設けられている他は、図1における場合と同様に構成されている。

【0200】図1の画像処理装置では、ブロックの境界部分の差分情報、およびブロックのアクティビティを、いずれも、MPEGデコード部11が出力する画素値から求めるようになっていたが、図22の画像処理装置では、差分情報およびアクティビティを、DCT係数から求めるようになっていた。

【0201】即ち、DCT変換部14は、MPEGデコード部11で得られる画素値のブロックをDCT処理し、DCT係数のブロックとして、演算器4に供給する。

【0202】なお、DCT変換部14においても、上述したクラス分類適応処理を利用して、画素値をDCT係数に変換することが可能である。

【0203】演算器4には、DCT変換部14が出力するDCT係数のブロックの他、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックも供給されるようになっており、演算器4は、それらの2つのDCT係数のブロックを、必要に応じて加算して、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0204】即ち、Iピクチャについては、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックは、元の画像の画素値のブロックをDCT処理したものであり、そのDCT係数を逆DCT処理することにより、元の画像の画素値を得ることができるから、演算器4は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックを、そのまま、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0205】一方、PおよびBピクチャについては、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックは、元の画像の画素値のブロックと予測画像との差分（予測残差）をDCT処理したものであり、従って、そのDCT係数を逆DCT処理したのでは、元の画像の画素値を得ることができない。即ち、PおよびBピクチャについては、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックと、予測画像をDCT処理して得られるDCT係数とを加算して得られるDCT係数を逆DCT処理することにより、元の画像の画素値を得ることができる。そこで、この場合、DCT変換部14は、MPEGデコード部11で得られる予測画像をDCT処理し、その結果得られるDCT係数を、演算器4に供給する。そして、演算器4は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックと、DCT変換部14が出力するDCT係数とを加算し、その結果得られるDCT係数のブロックを、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0206】従って、演算器4が出力するDCT係数のブロックは、そのピクチャタイプによらず（I, P, Bピクチャのいずれであっても）、逆DCT処理することにより、元の画像の画素値のブロックが得られるものとなっている。

【0207】ここで、以上から、図22では、MPEGデコード部11は、MPEGデコード処理全体を行うものである必要はない。即ち、図22のMPEGデコード部11は、画像メモリ34に記憶された参照画像を用いて動き補償を行うことにより、予測画像を生成することができるものであれば良い。

【0208】ブロック境界段差検出部26は、演算器4が出力するDCT係数のブロックについて、図1のブロック境界段差検出部21における場合と同様に、差分情報を求める。従って、ブロック境界段差検出部26で求められる差分情報は、画素値の差分ではなく、DCT係数の差分となっている。

【0209】アクティビティ算出部27は、演算器4が出力するDCT係数のブロックから、そのブロックのアクティビティを算出する。即ち、ブロックのアクティビティは、そのブロックのDCT係数のうちのAC成分の2乗和との間に高い相関を有する。そこで、アクティビ

ティ算出部27は、演算器4が出力するDCT係数のブロックのAC成分の2乗和を求め、そのブロックのアクティビティとして、補正值算出部23および高域低減部25に出力する。

【0210】以下、図22の画像処理装置では、図1における場合と同様にして、ブロック歪み等を低減した画像が復号される。

【0211】但し、演算器4が補正值加算部31に出力するDCT係数のブロックは、上述したように、そのピクチャタイプによらず、逆DCT処理することにより、元の画像の画素値のブロックが得られるものとなっているため、Iピクチャのみならず、PピクチャやBピクチャであっても、出力画像作成部33において、予測画像を加算する必要はない。

【0212】次に、図23は、本発明を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示している。

【0213】この伝送システムは、送信装置61および受信装置62から構成され、送信装置61から、MPEGエンコードされた画像データが、例えば、公衆網や、インターネット、CATV網、衛星回線等のネットワーク63を介して、受信装置62に伝送されるようになっている。

【0214】送信装置61には、画像データが入力されるようになっており、この画像データは、MPEGエンコード部71に供給される。MPEGエンコード部71は、そこに供給される画像データをMPEGエンコードし、その結果得られる符号化データを、入力画像分析部72と、MUX（マルチプレクサ）74に供給する。

【0215】入力画像分析部72は、MPEGエンコード部71からの符号化データに対して、例えば、図1の入力画像分析部1と同様の処理を施し、その処理結果を、歪補正值算出部73に供給する。歪補正值算出部73は、入力画像分析部72の出力を用いて、例えば、図1の歪補正值算出部2と同様の処理を行い、図1の画像再構成部3に出力されるのと同様の補正值を得て、MUX74に供給する。

【0216】MUX74は、MPEGエンコード部71からの符号化データと、歪補正值算出部73からの補正值とを多重化し、その結果得られる多重化データを、通信I/F（Interface）75に供給する。通信I/F75は、MUX74からの多重化データを、ネットワーク63を介して、受信装置62に伝送する。

【0217】受信装置62では、通信I/F81が、上述のようにして、ネットワーク63を介して、送信装置61から伝送されてくる多重化データを受信し、DMUX（デマルチプレクサ）82に供給する。DMUX82は、通信I/F81からの多重化データを、符号化データと補正值とに分離し、符号化データを入力画像分析部83に、補正值を画像再構成部84に、それぞれ供給する。

【0218】入力画像分析部83は、DMUX82からの符号化データに対して、例えば、図1の入力画像分析部1と同様の処理を施し、その処理結果を、画像再構成部84に供給する。

【0219】画像再構成部84は、操作部85の操作にしたがい、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正し、あるいは補正せずに処理し、復号画像を得て出力する。

【0220】即ち、ユーザが、操作部85を、高画質の画像を要求するように操作しなかった場合には、画像再構成部84は、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正せずに処理し、復号画像を得て出力する。従って、この場合、ユーザには、画像のアクティビティ、あるいは送信装置61のMPEGエンコード部71における画像の圧縮率等によっては、ブロック歪み等の目立つ復号画像が提供される。

【0221】一方、ユーザが、操作部85を、高画質の画像を要求するように操作した場合には、画像再構成部84は、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正して処理し、復号画像を得て出力する。従って、この場合、ユーザには、ブロック歪み等の低減された高画質の復号画像が提供される。

【0222】さらに、この場合、画像再構成部84は、補正值による補正を行った高画質の画像を提供した旨のメッセージ（以下、適宜、高画質画像提供メッセージという）を、通信I/F81に供給する。通信I/F81は、その高画質画像提供メッセージを、受信装置62にあらかじめ付されている受信装置ID（Identification）とともに、ネットワーク63を介して、送信装置61に伝送する。

【0223】送信装置61では、通信I/F75が、受信装置62からの高画質画像提供メッセージおよび受信装置IDを受信し、課金処理部76に供給する。課金処理部76は、受信装置IDと、その受信装置IDに対応するユーザに対する課金情報とを対応付けて管理しており、高画質画像提供メッセージおよび受信装置IDを受信すると、その受信装置IDに対応するユーザに対する課金処理を行い、課金情報を更新する。ユーザに対しては、この課金情報に基づいて、高画質の画像の提供に対する対価としての料金請求が行われる。

【0224】なお、上述の場合には、操作部85の操作に対応して、補正值による補正を行った高画質の画像を提供し、その後、課金処理を行うようにしたが、その他、例えば、ユーザから、あらかじめ料金を徴収しておき、料金を支払ったユーザにのみ、補正值の利用を許可して、その補正值による補正を行った高画質の画像を提供するようにすることも可能である。さらに、補正值による補正を行った高画質の画像の提供は、料金の徴収なしで行うことも可能である。また、補正值は、送信装置61で生成するのではなく、受信装置62で生成するこ

とも可能である。

【0225】次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0226】そこで、図24は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0227】プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク105やROM103に予め記録しておくことができる。

【0228】あるいはまた、プログラムは、フロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体111に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体111は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0229】なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体111からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部108で受信し、内蔵するハードディスク105にインストールすることができる。

【0230】コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)102を内蔵している。CPU102には、バス101を介して、入出力インタフェース110が接続されており、CPU102は、入出力インタフェース110を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部107が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)103に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU102は、ハードディスク105に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部108で受信されてハードディスク105にインストールされたプログラム、またはドライブ109に装着されたリムーバブル記録媒体111から読み出されてハードディスク105にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)104にロードして実行する。これにより、CPU102は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU102は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース110を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成され

る出力部106から出力、あるいは、通信部108から送信、さらには、ハードディスク105に記録等させる。

【0231】ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【0232】また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0233】なお、本実施の形態では、MPEGエンコードされた画像を復号する場合を対象としたが、本発明は、その他、ブロック単位で直交変換することによりエンコードされた画像を復号する場合に適用可能である。

【0234】

【発明の効果】以上の如く、本発明の画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体によれば、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報が求められ、その差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報が求められる。従って、その補正情報により補正を行うことにより、ブロック歪み等を、容易に低減し、高画質の復号画像を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像処理装置の第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の画像処理装置の処理を説明するフローチャートである。

【図3】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図4】MPEGにおけるフレームDCTモードとフィールドDCTモードのマクロブロックを示す図である。

【図5】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図6】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図7】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図8】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図9】補正值算出部23の処理を説明するための図である。

【図10】補正值算出部23の処理を説明するための図である。

【図11】補正值算出部23の処理を説明するための図

である。

【図 1 2】高域低減部 2 5 の処理を説明するための図である。

【図 1 3】高域低減部 2 5 の処理による効果を説明するための図である。

【図 1 4】高域低減部 2 5 の処理を説明するための図である。

【図 1 5】補正值加算部 3 1 の処理を説明するための図である。

【図 1 6】本件発明者によるシミュレーション結果を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図 1 7】本件発明者によるシミュレーション結果を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図 1 8】逆 D C T 変換部 3 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 1 9】クラス分類回路 4 3 の構成例を示すブロック図である。

【図 2 0】電力演算回路 5 1 の処理を説明するための図である。

【図 2 1】図 1 8 の逆 D C T 変換部 3 2 の処理を説明するフローチャートである。

【図 2 2】本発明を適用した画像処理装置の第 2 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

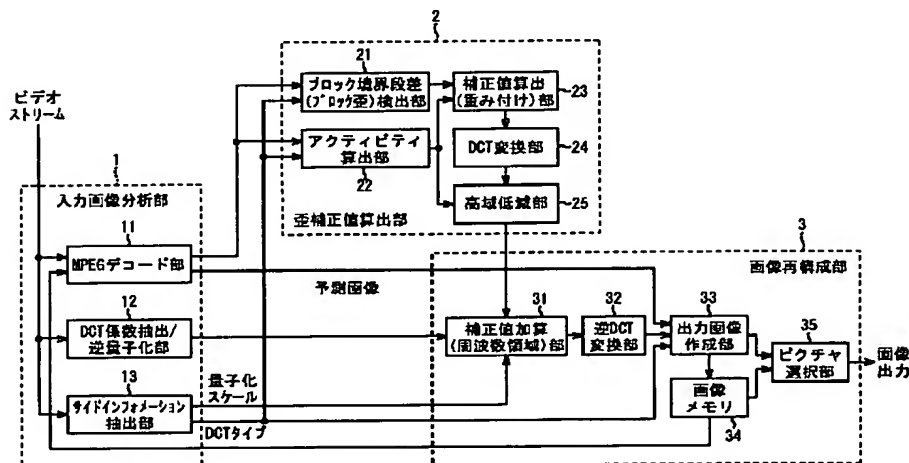
【図 2 3】本発明を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2 4】本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

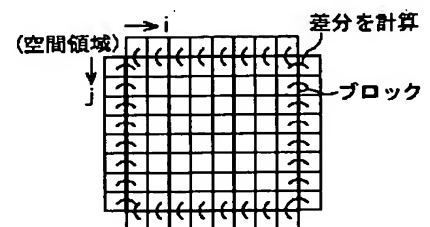
1 入力画像分析部, 2 歪補正值算出部, 3 画像再構成部, 4 演算器, 11 MPEGデコード部, 12 DCT係数抽出/逆量子化部, 13 サイドインフォメーション抽出部, 14 DCT変換部, 21 ブロック境界段差検出部, 22 アクティビティ算出部, 23 補正值算出部, 24 DCT変換部, 25 高域低減部, 26 ブロック境界段差検出部, 27 アクティビティ算出部, 31 補正值加算部, 32 逆DCT変換部, 33 出力画像作成部, 34 画像メモリ, 35 ピクチャ選択部, 41 予測タップ抽出回路, 42 クラスタップ抽出回路, 43 クラス分類回路, 44 係数テーブル記憶部, 45 積和演算回路, 51 電力演算回路, 52 クラスコード生成回路, 53 閾値テーブル記憶部, 61 送信装置, 62 受信装置, 63 ネットワーク, 71 MPEGエンコード部, 72 入力画像分析部, 73 歪補正值算出部, 74 MUX, 75 通信 I/F, 76 課金処理部, 81 通信 I/F, 82 DMUX, 83 入力画像分析部, 84 画像再構成部, 85 操作部, 101 バス, 102 CPU, 103 ROM, 104 RAM, 105 ハードディスク, 106 出力部, 107 入力部, 108 通信部, 109 ドライブ, 110 入出力インタフェース, 111 リムーバブル記録媒体

【図 1】

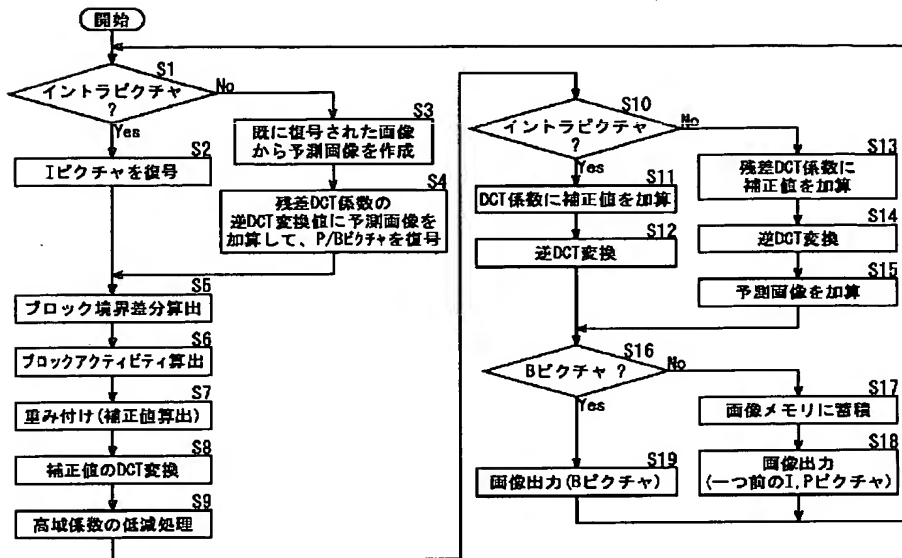


画像処理装置

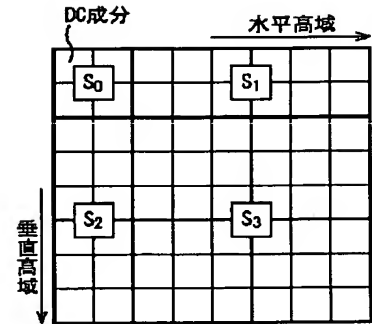
【図 3】



【図2】

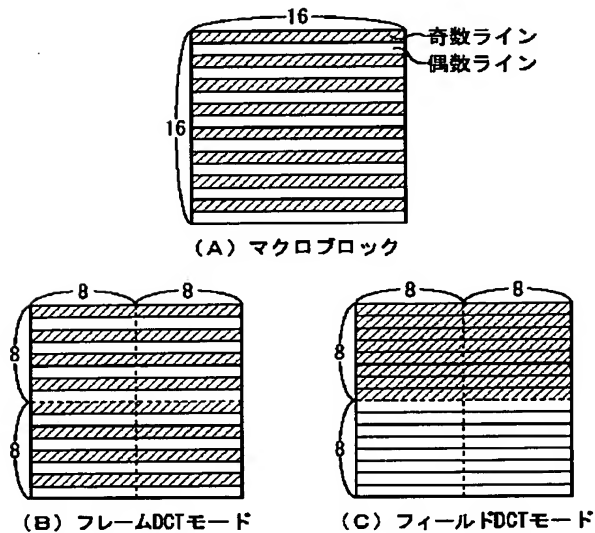


【図20】

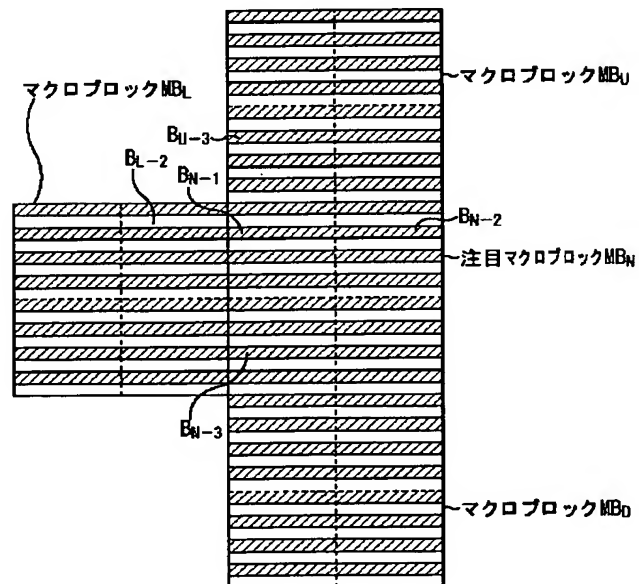


電力演算回路51の処理

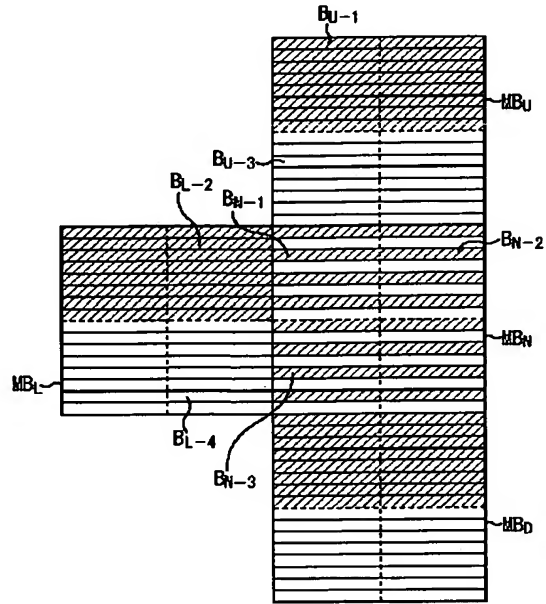
【図4】



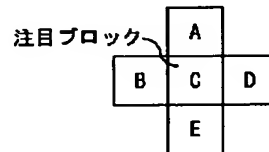
【図5】



【図 7】



【図 8】



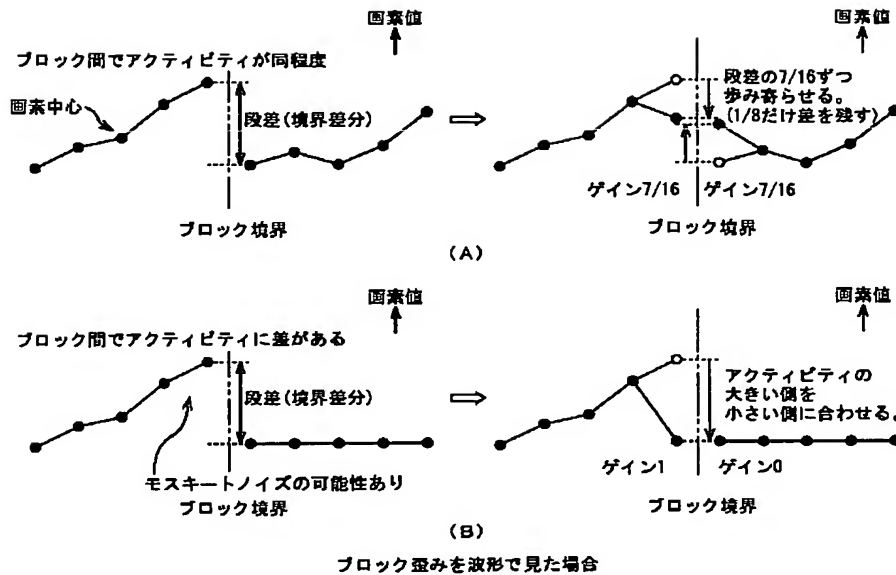
$$C_d = \frac{7}{16} + \frac{C-E}{C+E} \times \frac{1}{2} + \left| \frac{C-E}{C+E} \right| \times \frac{1}{16}$$

```

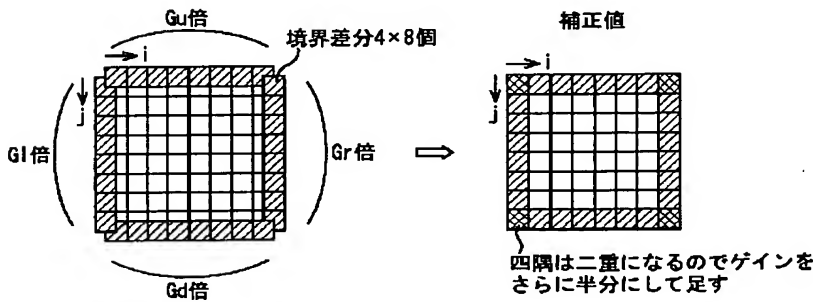
graph LR
    Input[クラスタップ] --> 51[電力演算回路]
    51 --> 52[クラスコード生成回路]
    52 --> Output[クラスコード]
    53[閾値テーブル記憶部] --> 52
  
```

—23—

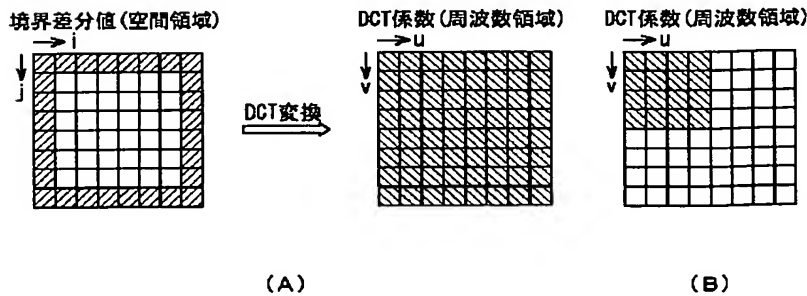
【図9】



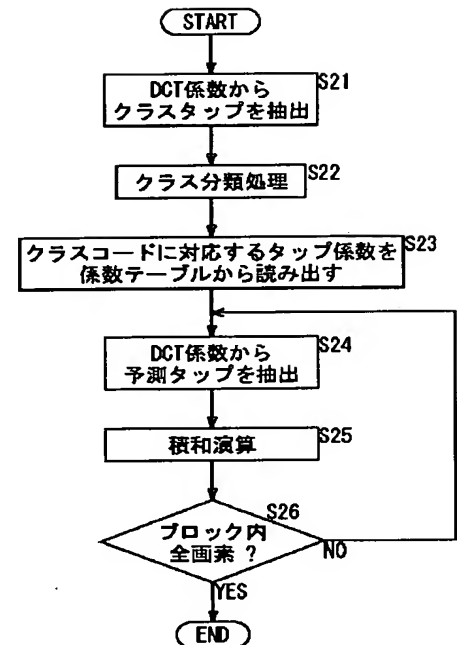
【図11】



【図12】



【図21】



ブロック周辺画素のみ補正がかかる。境界はいくらか目立たなくなるが、ブロック構造は見える。

低減しない場合

ブロック境界 (B)

高周波が消えるため、ブロック内部まで滑らかに補正がかかる。

低減した場合

ブロック境界 (C)

ブロック歪みを波形で見た場合

ブロックの量子化スケールや、
(A) アクティビティの大小によって
DCT係数を残す範囲を変化させる場合

量子化スケール ← 小
アクティビティ → 大

ブロックの量子化スケールや、
(B) アクティビティの大小によって
DCT係数を残す範囲を変化させる場合

左右のアクティビティ ← 大
上下の量子化スケール → 小

上下のブロックで
コントロール

左右のブロックでコントロール

上下左右に隣接するブロックの
量子化スケールや、アクティビティの
大小によって、水平、垂直独立に
DCT係数を残す範囲を変化させる場合

量子化テーブルq
(下はMPEGの
標準的な値の例)

8	16	24	32	40	48	56	64
16	24	32	40	48	56	64	72
24	32	40	48	56	64	72	80
32	40	48	56	64	72	80	88
40	48	56	64	72	80	88	96
48	56	64	72	80	88	96	104
56	64	72	80	88	96	104	112
64	72	80	88	96	104	112	120

(C) $F(u, v)$

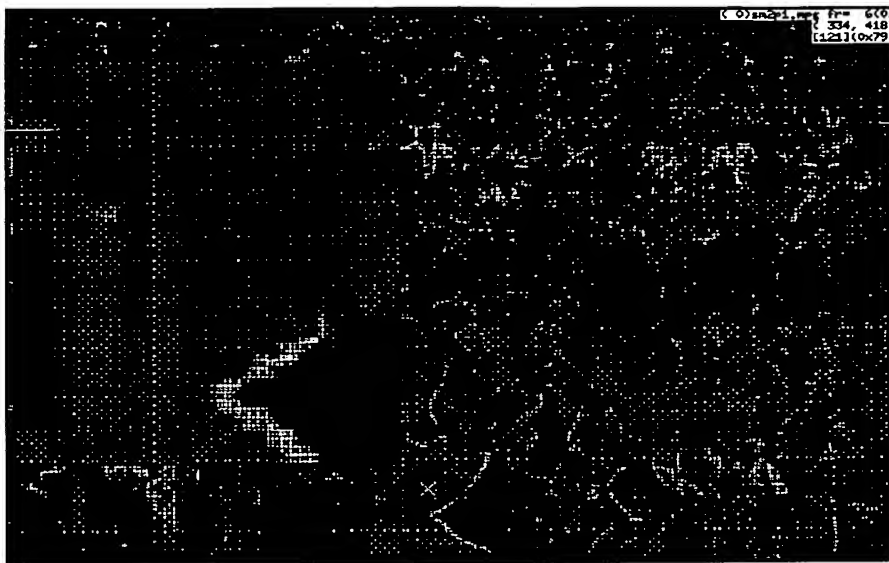
(D)

Figure 1 consists of two parts, (A) and (B), illustrating the process of generating a decoded block from a video stream.

Part (A) shows the extraction of DCT coefficients from a video stream. It starts with a grid of DCT coefficients, labeled "ビデオストリームから抽出されたDCT係数". A correction value, labeled "補正值", is subtracted from the coefficients. The result is a grid of DCT coefficients, labeled "減算後のDCT係数". The process is labeled "IDCT変換".

Part (B) shows the inverse DCT transformation of the resulting DCT coefficients to produce a decoded block in the spatial domain. The resulting DCT coefficients are transformed back into a grid of spatial domain coefficients, labeled "デコードブロック (空間領域)".

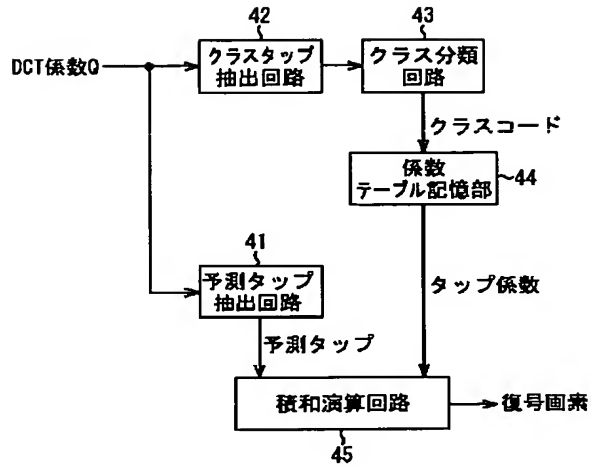
【図16】



【図17】

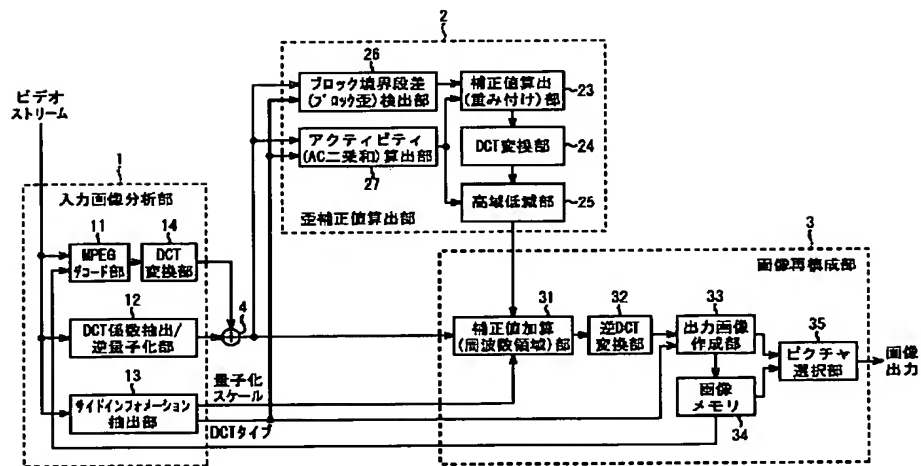


【図18】



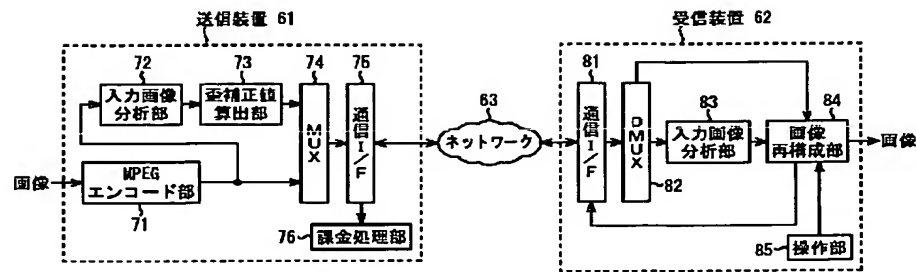
逆DCT変換部 32

【図22】



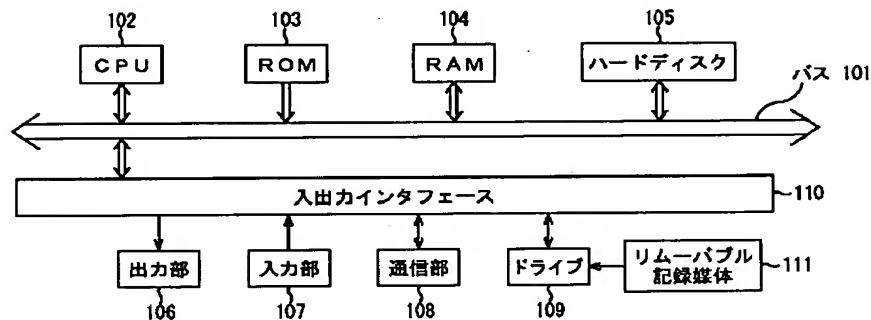
画像処理装置

【図23】



伝送システム

【図24】



コンピュータ

フロントページの続き

(72)発明者 浜松 俊彦
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 大塚 秀樹
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 西片 丈晴
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 國弘 威
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 森藤 孝文
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 内田 真史
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 5C059 KK03 MA00 MA23 MC11 MC14
MC34 NN01 NN28 PP06 PP07
SS20 TA41 TB08 TC04 TC10
TC33 TC34 TC42 TD08 TD13
TD15 UA02 UA05 UA39 UA40

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-010256

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl. H04N 7/30

(21)Application number : 2000-192407 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 27.06.2000 (72)Inventor : KONDO TETSUJIRO

NAKAYA HIDEO

HAMAMATSU TOSHIHIKO

OTSUKA HIDEKI

NISHIKATA TAKEHARU

KUNIHIRO TAKESHI

MORIFUJI TAKAFUMI

UCHIDA MASASHI

(54) IMAGE PROCESSING APPARATUS, IMAGE PROCESSING METHOD AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain decoded image of high-definition by easily reducing skewness which occurs in MPEG-encoded image and so on.

SOLUTION: A block boundary step difference detector 21 seeks for differential information corresponding to the difference between the pixel value at the boundary of the block of interest and that at the boundary of the neighboring block adjacent to the block of interest. A corrected value calculation part 23 obtains corrected value by

weighting the block of interest according to the activity of the block of interest. A corrected value adding part 31 corrects DTC coefficient of the block of interest, based on the corrected value.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A pixel value [in / it is an image processing device which processes an orthogonal transformation coefficient produced by blocking a picture to a block of a predetermined size and carrying out orthogonal transformation of each block, and / a boundary of said block], An image processing device provided with a difference information calculating means which searches for difference information corresponding to difference with a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block, and a correction information calculating means which searches for correction information used for amendment of said orthogonal transformation coefficient based on said difference information.

[Claim 2]The image processing device according to claim 1, wherein said difference information calculating means searches for said difference information using a pixel value acquired by carrying out inverse orthogonal transformation of the orthogonal transformation coefficient of said block.

[Claim 3]The image processing device according to claim 1, wherein said difference information calculating means searches for said difference information using an orthogonal transformation coefficient of said block.

[Claim 4]The image processing device according to claim 1, wherein said correction information calculating means searches for said correction information by performing predetermined weighting from said difference information.

[Claim 5]The image processing device according to claim 4, wherein said correction information calculating means searches for said correction information by performing

weighting based on said activity from said difference information by having further an activity detection means to detect an activity of said block.

[Claim 6]The image processing device according to claim 1 having further a correcting means which corrects said correction information.

[Claim 7]The image processing device according to claim 6, wherein said correcting means corrects said correction information by reducing a high frequency component of said correction information.

[Claim 8]The image processing device according to claim 6 when said correction information is an orthogonal transformation coefficient, wherein said correcting means corrects said correction information by setting to 0 a high order thing of an orthogonal transformation coefficient which is said correction information.

[Claim 9]The image processing device according to claim 8, wherein it has further an activity detection means to detect an activity of said block and said correcting means determines what is set to zero among orthogonal transformation coefficients which are said correction information based on said activity.

[Claim 10]When an orthogonal transformation coefficient of said block is quantized, said correcting means, The image processing device according to claim 8 determining what set to zero among orthogonal transformation coefficients which are said correction information based on a quantizing scale used when quantizing an orthogonal transformation coefficient of said block.

[Claim 11]The image processing device according to claim 6 when said correction information is an orthogonal transformation coefficient, wherein said correcting means corrects said correction information by performing predetermined weighting to an orthogonal transformation coefficient which is said correction information.

[Claim 12]The image processing device according to claim 11, wherein said correcting means performs weighting based on a degree of the orthogonal transformation coefficient to an orthogonal transformation coefficient which is said correction information.

[Claim 13]When an orthogonal transformation coefficient of said block is quantized, said correcting means, The image processing device according to claim 11 performing weighting based on a quantization table used when quantizing an orthogonal transformation coefficient of said block to an orthogonal transformation coefficient which is said correction information.

[Claim 14]The image processing device according to claim 1 having further a compensation means which amends an orthogonal transformation coefficient of said block by said correction information, and outputs an amendment orthogonal transformation coefficient, and a conversion method which changes said amendment orthogonal transformation coefficient into a pixel value.

[Claim 15]The image processing device according to claim 14, wherein said compensation means obtains an amendment orthogonal transformation coefficient by

adding or subtracting an orthogonal transformation coefficient which is said correction information to an orthogonal transformation coefficient of said block.

[Claim 16]The image processing device according to claim 14 carrying out inverse orthogonal transformation of the orthogonal transformation coefficient of said block, and having further a decoding means which decodes an image using the inverse-orthogonal-transformation result and an estimated image obtained by carrying out the motion compensation of the predetermined image comparison.

[Claim 17]The image processing device according to claim 16 obtaining said estimated image by said decoding means's using as an image comparison a picture which comprises a pixel value which said conversion method outputs, and performing a motion compensation.

[Claim 18]A pixel value [in / it is an image processing method which processes an orthogonal transformation coefficient produced by blocking a picture to a block of a predetermined size and carrying out orthogonal transformation of each block, and / a boundary of said block], A difference information arithmetic step which searches for difference information corresponding to difference with a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block, An image processing method having a correction information arithmetic step which searches for correction information used for amendment of said orthogonal transformation coefficient based on said difference information.

[Claim 19]Image Processing Division which processes an orthogonal transformation coefficient produced by blocking a picture to a block of a predetermined size and carrying out orthogonal transformation of each block, A pixel value [in / it is the recording medium with which a program made to perform to a computer is recorded, and / a boundary of said block], A difference information arithmetic step which searches for difference information corresponding to difference with a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block, A recording medium, wherein a program provided with a correction information arithmetic step which searches for correction information used for amendment of said orthogonal transformation coefficient is recorded based on said difference information.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention about an image processing device, an image processing method, and a recording medium, It is related with the image processing device which enables it to reduce easily distortion especially produced in the picture

by which MPEG (Moving Picture Experts Group) coding was carried out, for example, an image processing method, and a recording medium.

[0002]

[Description of the Prior Art]For example, to the decoded image produced by carrying out MPEG decoding of the image data encoded based on the standard of MPEG1 or 2 grades (MPEG encoding). It originates in a DCT (Discrete Cosine Transform) coefficient being quantized in the case of MPEG encoding, and distortion of various kinds, such as block distortion, occurs.

[0003]That is, if a DCT coefficient is quantized, the discontinuous level difference by the part being lost, the pattern of the block which is a unit which performs DCT processing being simplified, and a pixel value turning into a greatly different value in an adjoining block will appear, but this is called block distortion.

[0004]Block distortion is not avoided by encoding of the MPEG system of carrying out DCT processing of the pixel of a block unit, and quantizing.

As long as the video stream by which MPEG encoding was carried out is decoded based on the standard of MPEG, it generates not a little.

If block distortion is conspicuous especially in a flat picture and a compression ratio is made high, it will appear notably (if a quantizing scale is enlarged).

[0005]Then, for example, in republication patent WO98 / 54892 grades. About the decoded image produced by carrying out MPEG decoding, the position of the boundary of a block is judged, the level difference of the pixel value generated on the boundary is detected, and the method of reducing the level difference by operating the pixel value near a block border is indicated.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in an MPEG encoder about P (forward prediction coding) picture or B (both-directions prediction coding) picture. By using as an image comparison the picture by which was already encoded and local decoding was carried out, DCT processing is carried out and difference (prediction residual) with the estimated image obtained by giving a motion compensation to the image comparison is quantized. Therefore, although P picture and B picture use the already decoded picture as an image comparison and an MPEG decoder is also decoded by adding the estimated image obtained by giving a motion compensation to the image comparison, and its prediction residual, The boundary of the block of the image comparison which moves by the motion compensation performed in an above-mentioned method when obtaining an estimated image needed to be pursued by performing motion detection about the image comparison, and it was troublesome.

[0007]Although it is necessary in the motion detection to obtain the same motion vector as the motion vector detected with the MPEG encoder, Even if it performs motion detection using an image comparison, i.e., the picture decoded by the MPEG decoder, The block distortion which could not always detect the same motion vector

as having been detected with the MPEG encoder, and has been produced in the image comparison in this case will appear in the picture decoded using the estimated image obtained by giving a motion compensation to that image comparison.

[0008] This invention is made in view of such a situation, reduces easily distortion produced in the image etc. by which MPEG encoding was carried out, and enables it to obtain a high-definition decoded image by this.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is characterized by an image processing device comprising the following.

A pixel value in a boundary of a block.

A difference information calculating means which searches for difference information corresponding to difference with a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block.

A correction information calculating means which searches for correction information used for amendment of an orthogonal transformation coefficient based on difference information.

[0010] This invention is characterized by an image processing method comprising the following.

A pixel value in a boundary of a block.

A difference information arithmetic step which searches for difference information corresponding to difference with a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block.

A correction information arithmetic step which searches for correction information used for amendment of an orthogonal transformation coefficient based on difference information.

[0011] A difference information arithmetic step which searches for difference information corresponding to difference of a pixel value [in / in a recording medium of this invention / a boundary of a block], and a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block, Based on difference information, a program provided with a correction information arithmetic step which searches for correction information used for amendment of an orthogonal transformation coefficient is recorded.

[0012] In an image processing device of this invention, an image processing method, and a recording medium, Difference information corresponding to difference of a pixel value in a boundary of a block and a pixel value in a boundary of a contiguity block which is a block which adjoins the block is searched for, and correction information used for amendment of an orthogonal transformation coefficient is searched for based on the difference information.

[0013]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 shows the example of composition of the 1 embodiment of the image processing device which applied this invention.

[0014]This image processing device decodes the image data which comprised the inputted image analyzer 1, the distortion correcting value calculation part 2, and the image reconstruction part 3, for example, was encoded based on the standard of MPEG1 or 2 grades.

[0015]The inputted image analyzer 1 comprises MPEG decoding part 11, the DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12, and the side information (side information) extraction part 13, There, the video stream (suitably henceforth an MPEG video stream) obtained by carrying out MPEG encoding of the image data is inputted.

[0016]The decoded image which was memorized by the image memory 34 of the image reconstruction part 3 besides the MPEG video stream inputted into the inputted image analyzer 1 and in which distortion was reduced is supplied to MPEG decoding part 11 as an image comparison. MPEG decoding part 11 carries out MPEG decoding of the MPEG video stream supplied there, and supplies the decoded image obtained as a result to the block border level difference primary detecting element 21 and the activity calculation part 22 of the distortion correcting value calculation part 2. The estimated image in which MPEG decoding part 11 is used for decoding of P picture of I (intra coding) picture, P picture, and the B pictures, and B picture (the already decoded image is used as an image comparison, and) The picture acquired by giving a motion compensation to the image comparison according to a motion vector is supplied to the outputted image preparing part 33 of the image reconstruction part 3.

[0017]MPEG decoding part 11 receives the image comparison, using not the decoded image obtained by the inside but the decoded image which is supplied from the image memory 34 as mentioned above and in which distortion was reduced as an image comparison, An estimated image is obtained by giving a motion compensation according to the motion vector contained in an MPEG video stream.

[0018]Therefore, the motion compensation in MPEG decoding part 11, Since it is carried out using the decoded image in which distortion was reduced as an image comparison, the block distortion produced in the image comparison can be prevented from appearing in the image decoded using the estimated image obtained by giving a motion compensation to the image comparison. That is, in MPEG decoding part 11, when a motion compensation generates an estimated image by using as an image comparison I or P picture by which MPEG decoding was carried out there, the block distortion produced in I or P picture used as the image comparison moves by a motion compensation. Although the prediction residual of P or B picture is added to the estimated image obtained by the motion compensation and the P or B picture is decoded, In the decoded P or B picture, it is distorted, and it is alike, in addition the distortion in a prediction residual in an estimated image also appears, and detection of

the distortion [itself] becomes difficult at it. On the other hand, MPEG decoding part 11 receives the image comparison, using the decoded image which is supplied from the image memory 34 as mentioned above and in which distortion was reduced as an image comparison, Since a motion compensation is given according to the motion vector contained in an MPEG video stream, the problem of the above distortion detection is not produced.

[0019]The MPEG video stream inputted into the inputted image analyzer 1 is supplied to DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12. DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 extracts and carries out inverse quantization of the quantized DCT coefficient from the MPEG video stream supplied there, and supplies the DCT coefficient for every 8x8-pixel block obtained as a result to the correction value adder unit 31 of the image reconstruction part 3.

[0020]The MPEG video stream inputted into the inputted image analyzer 1 is supplied to the side information extraction part 13. For example, the side information extraction part 13 is contained in the MPEG video stream supplied there, side informations, such as a quantizing scale, a quantization table, a DCT type, are extracted, and it is supplied to the distortion correcting value calculation part 2 and the image reconstruction part 3. That is, for example, a quantizing scale is supplied to the correction value adder unit 31 of the image reconstruction part 3, and a DCT type is supplied to the correction value adder unit 31 of the block border level difference primary detecting element 21 of the distortion correcting value calculation part 2, the activity calculation part 22, and the image reconstruction part 3.

[0021]The distortion correcting value calculation part 2 comprises the block level difference primary detecting element 21, the activity calculation part 22, the correction value calculating part 23, the DCT transformation part 24, and the high region reduced part 25, The correction value used for the amendment of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 of the inputted image analyzer 1 output, and by which inverse quantization was carried out is computed.

[0022]Namely, the pixel value which the block border level difference primary detecting element 21 makes each block a noticing block one by one about the decoded image of the block unit from MPEG decoding part 11, and constitutes the boundary of a noticing block, It calculates by referring to the DCT type to which difference with the pixel value which constitutes the boundary of the block which adjoins the noticing block is supplied from the side information department 13, and the correction value calculating part 23 is supplied as difference information of the boundary of a noticing block.

[0023>About the decoded image of the block unit from MPEG decoding part 11, while the activity calculation part 22 calculates the activity of a noticing block, It calculates by referring to the DCT type to which the activity of the block which adjoins the

noticing block is supplied from the side information department 13, and the correction value calculating part 23 and the high region reduced part 25 are supplied.

[0024]The correction value calculating part 23 receives the difference information of the boundary of the block from the block border level difference primary detecting element 21, Weighting based on the activity from the activity calculation part 22 is performed, and the weighting result is supplied to the DCT transformation part 24 as correction value used for the amendment of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, and by which inverse quantization was carried out.

[0025]The DCT transformation part 24 performs DCT processing to the correction value from the correction value calculating part 23, and supplies it to the high region reduced part 25. That is, in drawing 1, since the correction value which the correction value calculating part 23 outputs is a value (difference of a pixel value) of the space area, the DCT transformation part 24 is carrying out DCT processing of the correction value of the space area, is changed into the DCT coefficient as correction value of a frequency domain, and is supplied to the high region reduced part 25.

[0026]The high region reduced part 25 corrects the DCT coefficient as correction value from the DCT transformation part 24 based on the activity from the activity calculation part 22, and supplies the correction value after the correction to the correction value adder unit 31 of the image reconstruction part 3.

[0027]The image reconstruction part 3 comprises the correction value adder unit 31, the reverse DCT transformation part 32, the outputted image preparing part 33, the image memory 34, and the picture selecting part 35, Amendment based on the correction value which the distortion correcting value calculation part 2 outputs is performed to the DCT coefficient of the block unit which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 of the inputted image analyzer 1 output, and an image is decoded using the DCT coefficient after the amendment.

[0028]Namely, the correction value adder unit 31 adds the DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, and the DCT coefficient as correction value which the high region reduced part 25 outputs (subtraction), thereby, amends the DCT coefficient of a block and supplies it to the reverse DCT transformation part 32.

[0029]The reverse DCT transformation part 32 carries out reverse DCT processing of the DCT coefficient by which the block which the correction value adder unit 31 outputs was amended, decodes the block of a pixel value, and supplies it to the outputted image preparing part 33.

[0030]The outputted image preparing part 33 acquires the block of a decoded image by adding by referring to the DCT type for which the side information department 13 outputs the estimated image which MPEG decoding part 11 outputs to the block of the pixel value from the reverse DCT transformation part 32 if needed. The outputted

image preparing part 33 supplies it to the image memory 34 if needed while supplying the block of the decoded image to the picture selecting part 35.

[0031]The image memory 34 memorizes the thing used as the image comparison for creating the estimated image of P or B picture among the decoded images which the outputted image preparing part 33 outputs. And the picture memorized by the image memory 34 is supplied to the picture selecting part 35 while it is read if needed and supplied to MPEG decoding part 11 as an image comparison. In MPEG1 or 2, since I picture and P picture serves as an image comparison used for creation of an estimated image, by this embodiment, only I picture and P picture are memorized by the image memory 34, and B picture is not memorized.

[0032]The picture selecting part 35 chooses and outputs either the picture which the outputted image preparing part 33 outputs or the pictures which are read from the image memory 34 if needed. That is, in MPEG, since a decoding (encoding) order of a picture and a display order are not in agreement, the picture selecting part 35 chooses and outputs the direction which should be displayed now of the picture which the outputted image preparing part 33 outputs, or the pictures which were memorized by the image memory 34.

[0033]In the image processing device (also setting to the image processing device of drawing 22 mentioned later the same) of drawing 1, actually, although the delay in each block is coped with, the memory and synchronized signal for timing adjustments are needed, but in order to avoid that a figure becomes complicated, the graphic display is omitted.

[0034]Next, with reference to the flow chart of drawing 2, the decoding processing of the picture by the image processing device of drawing 1 is explained.

[0035]If an MPEG video stream is supplied to the inputted image analyzer 1, the inputted image analyzer 1 will judge whether I picture serves as a decoding object now in Step S1.

[0036]In Step S1, when judged with I picture serving as a decoding object now, it progresses to Step S2, and MPEG decoding part 11 carries out MPEG decoding of the I picture, and supplies it to the block border level difference primary detecting element 21 and the activity calculation part 22. In Step S2, DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 from an MPEG video stream. While extracting and carrying out inverse quantization of the DCT coefficient by which I picture decoded by MPEG decoding part 11 was quantized and supplying the correction value adder unit 31, The side information department 13 extracts the quantizing scale about I picture and DCT type which were decoded by MPEG decoding part 11 from an MPEG video stream. A quantizing scale is supplied to the correction value adder unit 31, and a DCT type is supplied to the block border level difference primary detecting element 21, the activity calculation part 22, and the correction value adder unit 31.

[0037]When judged with I picture not serving as a decoding object now in Step S1 on

the other hand, Namely, when a decoding object is P or B picture, progress to Step S3 and MPEG decoding part 11, By reading an image comparison from the image memory 34, and giving a motion compensation, the estimated image of P which is a decoding object now, or B picture is created, the outputted image preparing part 33 is supplied, and it progresses to step S4.

[0038]In step S4, MPEG decoding part 11, P or B picture which serves as a decoding object now is decoded by adding the estimated image which obtained the DCT coefficient by which P which is a decoding object now, or B picture was quantized at Step S3 to inverse quantization and the prediction residual of the pixel value which carries out reverse DCT processing and is acquired as a result. And MPEG decoding part 11 supplies the decoding result of this P or B picture to the block level difference primary detecting element 31 and the activity calculation part 22. In step S4, DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 from an MPEG video stream. While extracting and carrying out inverse quantization of the DCT coefficient by which P decoded by MPEG decoding part 11 or B picture was quantized and supplying the correction value adder unit 31, The side information department 13 extracts the quantizing scale about P or B picture and DCT type which were decoded by MPEG decoding part 11 from an MPEG video stream. A quantizing scale is supplied to the correction value adder unit 31, and a DCT type is supplied to the block border level difference primary detecting element 21, the activity calculation part 22, and the correction value adder unit 31.

[0039]All, after processing of Step S2 or S4 progresses to Step S5, and the block border level difference primary detecting element 21, The pixel value which makes a noticing block the block of the decoded image from MPEG decoding part 11 one by one, and constitutes the boundary of a noticing block, It calculates referring to the DCT type to which difference with the pixel value which constitutes the boundary of the block which adjoins the noticing block is supplied from the side information department 13, the correction value calculating part 23 is supplied as difference information of the boundary of a noticing block, and it progresses to Step S6.

[0040]In Step S6, the activity calculation part 22, The activity of the noticing block in the decoded image from MPEG decoding part 11, It calculates referring to the DCT type to which the activity of the block which adjoins the noticing block is supplied from the side information department 13, the correction value calculating part 23 and the high region reduced part 25 are supplied, and it progresses to Step S7.

[0041]In Step S7, the correction value calculating part 23 receives the difference information of the boundary of the block from the block border level difference primary detecting element 21, The dignity based on the activity from the activity calculation part 22 is attached, the weighting result is supplied to the DCT transformation part 24 as correction value, and it progresses to Step S8. In Step S8, the DCT transformation part 24 performs DCT processing to the correction value

from the correction value calculating part 23, supplies it to the high region reduced part 25, and he follows it to step S9. In step S9, the high region reduced part 25 corrects the high order thing of the DCT coefficients as correction value from the DCT transformation part 24 based on the activity from the activity calculation part 22, supplies the correction value after the correction to the correction value adder unit 31, and follows it to Step S10.

[0042]In Step S10, it is judged whether it is I picture that the image reconstruction part 3 serves as a decoding object now, When it judges with it being I picture, progress to Step S11 and the correction value adder unit 31, Add the DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, and the DCT coefficient as correction value which the high region reduced part 25 outputs, namely, here, The DCT coefficient as correction value which the high region reduced part 25 outputs is subtracted from the DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, thereby, the DCT coefficient of a block is amended and the reverse DCT transformation part 32 is supplied.

[0043]In Step S12, the reverse DCT transformation part 32 carries out reverse DCT processing of the DCT coefficient by which the block which the correction value adder unit 31 outputs was amended, decodes the block of a pixel value, and supplies it to the outputted image preparing part 33.

[0044]When judged with I picture not serving as a decoding object now in Step S10 on the other hand, Namely, when a decoding object is P or B picture, progress to Step S13 and the correction value adder unit 31, The DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs like the case in Step S11 (when it is now, this DCT coefficient) what is produced by carrying out DCT processing of the prediction residual which is the difference of P or B picture, and an estimated image (remainder DCT coefficient) -- it is -- the DCT coefficient as correction value which the high region reduced part 25 outputs is added, thereby, the DCT coefficient of a block is amended and the reverse DCT transformation part 32 is supplied.

[0045]In Step S14, the reverse DCT transformation part 32 carries out reverse DCT processing of the DCT coefficient by which the block which the correction value adder unit 31 outputs was amended like the case in Step S12, decodes the block of a pixel value (prediction residual), and supplies it to the outputted image preparing part 33, and he follows it to Step S15.

[0046]In Step S15, the outputted image preparing part 33 is adding the estimated image supplied from MPEG decoding part 11 to the block of the prediction residual from the reverse DCT transformation part 32, and obtains a decoded image. That is, since a decoding object is the picture of P or B picture by which the prediction residual which is a difference value with an estimated image was encoded in now, the

block from the reverse DCT transformation part 32 is the block of the prediction residual. So, in Step S15, the image of P or B picture is decoded by adding an estimated image to the prediction residual.

[0047]After Step S12 or processing of S15 all progresses to Step S16, and the outputted image preparing part 33 judges whether the image decoded now is B picture.

[0048]When judged with the decoded image not being B picture in Step S16, That is, when the decoded image is I or P picture which can serve as an image comparison, it progresses to Step S17, and the outputted image preparing part 33 supplies the decoded I or P picture to the image memory 34, and makes it memorize, and he follows it to Step S18. In Step S18, the picture selecting part 35 chooses and outputs I or P picture which was memorized by the image memory 34 and which was decoded last time. And it returns to Step S1 and the same processing is repeated hereafter.

[0049]In Step S16, when it judges that the decoded image is B picture which is not used as an image comparison, the outputted image preparing part 33 supplies the decoded B picture to the picture selecting part 35, and follows it to Step S19. In Step S19, the picture selecting part 35 chooses and outputs B picture which the outputted image preparing part 33 outputs. And it returns to Step S1 and the same processing is repeated hereafter.

[0050]Next, the processing in the distortion correcting value calculation part 2 and the image reconstruction part 3 of drawing 1 is explained in full detail.

[0051]As mentioned above, the block border level difference primary detecting element 21 which constitutes the distortion correcting calculation part 2 calculates the difference of the pixel value which constitutes the boundary of a noticing block, and the pixel value which constitutes the boundary of the block which adjoins the noticing block, and outputs as difference information of the boundary of a noticing block.

[0052]That is, the block border level difference primary detecting element 21 calculates the difference of the pixel value of 28 which constitutes the boundary of a noticing block, and the pixel value which constitutes the boundary of the block which adjoins each four directions of the noticing block, as shown in drawing 3. Although a noticing block, for example, the pixel value of most the upper left, adjoins both the blocks and the left blocks on a noticing block, in such a case, difference with each block calculates. That is, about the pixel value of most the upper left, two difference, difference with the pixel value of the block which adjoins upwards, and difference with the pixel value of the block which adjoins the left, calculates. The same may be said of the pixel of the upper right of a noticing block, the lower left, and the lower right. Therefore, in the block border level difference primary detecting element 21, the difference value of 32 (=8x4) individuals calculates about the pixel which constitutes the boundary of a noticing block.

[0053]Although a picture is divided into the macro block which is 16x16 pixels, the

macro block is further divided into the block which is 8x8 pixels and DCT processing and quantization processing are performed by a block unit here at MPEG, As the mode in which carry out block division of the macro block, and DCT processing is performed, frame DCT mode and field DCT mode are prepared.

[0054]Namely, for example, as shown in drawing 4 (A) now, when the line of the top line of a 16x16-pixel macro block is made into the 1st line, in frame DCT mode. When a luminance signal is observed, a macro block is divided into four blocks which comprise a frame with which the odd line and the even line were located in a line by turns as shown in drawing 4 (B). On the other hand, in field DCT mode, when a luminance signal is observed, a macro block is divided into four blocks which comprise the field which consists only of an odd line and an even line, as shown in drawing 4 (C).

[0055]Frame DCT mode and field DCT mode, Changing by a macro block unit is possible, and it can be recognized whether MPEG encoding was carried out using which mode by referring to the DCT type which is one of the side informations included in an MPEG video stream.

[0056]Therefore, the macro block (suitably henceforth an attention macro block) to which a noticing block belongs, When the DCT type in the macro block which adjoins the attention macro block is the same, Although it is satisfactory, when DCT types differ, the pixel of the block which adjoins the pixel (suitably henceforth a boundary pixel) which constitutes the boundary of a noticing block may not be a pixel which originally adjoins (it is in the state of the picture of the picture of one frame eventually, and is a pixel not adjoining).

[0057]Then, in order that the block border level difference primary detecting element 21 may calculate difference with the pixel which originally adjoins a boundary pixel, As mentioned above, with reference to the DCT type supplied, from the side information department 13 by this, An attention macro block and the macro block which adjoins it recognize by any MPEG encoding shall be carried out between frame DCT mode or field DCT mode, for example, calculates difference with the boundary pixel of a noticing block as follows.

[0058]That is, as shown in drawing 5 now, while expressing an attention macro block as MB_N , moreover, the bottom expresses the macro block which adjoins the left as MB_U , MB_D , and MB_L , respectively. For example, it is considered as the thing which constitute macro block MB_N and for which the i -th block is expressed as B_{N-i} in order of a raster scan among four blocks. Suppose that block B_{N-1} of the upper left is a noticing block among four block B_{N-1} which constitutes attention macro block MB_N , B_{N-2} , B_{N-3} , and B_{N-4} .

[0059]So that it may be shown in now, for example, drawing 5, and attention macro block MB_N . When each of macro block MB_U , MB_D , and MB_L is in frame DCT mode, on noticing block B_{N-1} and in the bottom, moreover about the boundary pixel of the left and each right, difference with the pixel which adjoins the left and the right is taken

[the bottom].

[0060]That is, about each boundary pixel on noticing block B_{N-1} , difference with each pixel of the 8th line of block B_{U-3} at the lower left of macro block MB_U which adjoins on attention macro block MB_N is taken. About a lower boundary pixel, difference with each pixel of the 1st line of block B_{N-3} at the lower left of attention macro block MB_N is taken. About a left boundary pixel, difference with each pixel of the last of the 1st thru/or the 8th line of block B_{L-2} at the upper right of macro block MB_L (the 8th row) which adjoins the left of attention macro block MB_N is taken. About a right boundary pixel, difference with each pixel of the head of the 1st thru/or the 8th line of block B_{N-2} at the upper right of attention macro block MB_N (the 1st row) is taken.

[0061]Next, as shown in drawing 6, attention macro block MB_N is in field DCT mode, for example, When each of macro block MB_U , MB_D , and MB_L is in frame DCT mode, First, block B_{N-2} which adjoins the right of noticing block B_{N-1} , It is the block which constitutes attention macro block MB_N , therefore since noticing block B_{N-1} and block B_{N-2} which adjoins the right have the same line structure, about the boundary pixel on the right of noticing block B_{N-1} , difference with the pixel of the right-hand is taken. That is, about a right boundary pixel, difference with each pixel of the head of the 1st thru/or the 8th line of block B_{N-2} at the upper right of attention macro block MB_N is taken.

[0062]About each boundary pixel on noticing block B_{N-1} , difference with each pixel of the 7th line of block B_{U-3} at the lower left of macro block MB_U which adjoins on the pixel which adjoins on it, i.e., attention macro block MB_N , is taken.

[0063]About the boundary pixel on the left of noticing block B_{N-1} , About each of the boundary pixel of the 1st thru/or the 4th line. Difference with each pixel of the last of the 1st of block B_{L-2} of the upper right which constitutes macro block MB_L on the left of attention macro block MB_N , 3, and 5 or 7 lines is taken, About each boundary pixel of the 5th thru/or the 8th line, difference with each pixel of the last of the 1st of block B_{L-4} of the lower right which constitutes macro block MB_L on the left of attention macro block MB_N , 3, and 5 or 7 lines is taken.

[0064]About each boundary pixel under noticing block B_{N-1} , difference with each pixel which constitutes the 1st line of block B_{D-1} of the upper left which constitutes macro block MB_D which adjoins under attention macro block MB_N is taken.

[0065]Next, as shown in drawing 7, attention macro block MB_N is in frame DCT mode, for example, When each of macro block MB_U , MB_D , and MB_L is in field DCT mode, Since noticing block B_{N-1} and block B_{N-2} which adjoins the right have the same line structure like the case in drawing 6, about the boundary pixel on the right of noticing block B_{N-1} , difference with the pixel of the right-hand is taken. That is, about a right boundary pixel, difference with each pixel of the head of the 1st thru/or the 8th line of block B_{N-2} at the upper right of attention macro block MB_N is taken.

[0066]About each boundary pixel under noticing block B_{N-1} , difference with each pixel

of the 1st line of block B_{N-3} of the pixel which adjoins the bottom of it, i.e., the lower left of attention macro block MB_N , is taken.

[0067]About the boundary pixel on the left of noticing block B_{N-1} , About each boundary pixel of the 1st [the], 3, and 5 or 7 lines. Difference with each pixel of the last of the 1st thru/or four lines of upper right block B_{L-2} which constitutes macro block MB_L on the left of attention macro block MB_N is taken, About each boundary pixel of the 2nd, 4, and 6 or 8 lines, difference with each pixel of the head of the 1st thru/or four lines of lower right block B_{L-4} which constitutes macro block MB_L on the left of attention macro block MB_N is taken.

[0068]About each boundary pixel on noticing block B_{N-1} , difference with each pixel which constitutes the 8th line of block B_{U-3} of the lower left which constitutes macro block MB_U which adjoins on attention macro block MB_N is taken.

[0069]Next, for example, as shown in drawing 8, when each of attention macro block MB_N , macro block MB_U and MB_D , and MB_L is in field DCT mode. Since noticing block B_{N-1} and block B_{N-2} which adjoins the right have the same line structure like the case in drawing 6, about the boundary pixel on the right of noticing block B_{N-1} , difference with the pixel of the right-hand is taken. That is, about a right boundary pixel, difference with each pixel of the head of the 1st thru/or the 8th line of block B_{N-2} at the upper right of attention macro block MB_N is taken.

[0070]About each boundary pixel on noticing block B_{N-1} , difference with each pixel of the 8th line of block B_{U-1} at the lower left of macro block MB_U which adjoins on the pixel which adjoins on it, i.e., attention macro block MB_N , is taken.

[0071]About each boundary pixel on the left of noticing block B_{N-1} , difference with each pixel of the last of the 1st thru/or the 8th line of upper right block B_{L-2} which constitutes macro block MB_L on the left of attention macro block MB_N is taken.

[0072]When MB_U , MB_L , and MB_D are DCT types different, respectively, it becomes drawing 5, 7 or drawing 6, and the combination of 8.

[0073]About each boundary pixel under noticing block B_{N-1} , difference with each pixel which constitutes the 1st line of block B_{D-1} of the upper left which constitutes macro block MB_D which adjoins under attention macro block MB_N is taken.

[0074]As mentioned above, the block border level difference primary detecting element 21, By referring to the DCT type supplied from the side information department 13, an attention macro block, The line structure of the block which constitutes the macro block which adjoins it is recognized, difference with the pixel which originally adjoins the boundary pixel about the boundary pixel of a noticing block is calculated, and difference information is acquired.

[0075]Next, processing of the activity calculation part 22 which constitutes the distortion correcting value calculation part 2 of drawing 1 is explained.

[0076]The activity calculation part 22 calculates the activity about the block of the pixel value supplied from the MPEG code section 11. That is, if the i -th line pixel value

of the j -th row of a block is expressed as $p(i, j)$ now, the activity calculation part 22 will calculate activity V_{act} of a block according to a following formula, for example.

[0077]

$$V_{act} = \frac{\sum (p(i, j))^2}{(I \times J)} - \frac{(\sum p(i, j))^2}{(I \times J)^2} \dots (1)$$

However, in a formula (1), \sum expresses the summation which changes i and j by I and J from 1, and I and J express the line number and row number of a pixel which constitute a block, respectively. Therefore, in this embodiment, both I and J are 8.

[0078] The activity calculation part 22 also calculates the activity of the block which adjoins the four directions of the noticing block, respectively while calculating an activity about a noticing block. Concerning [however,] the block with which the activity calculation part 22 adjoins the four directions of a noticing block, respectively, By referring to the DCT type supplied from the side information extraction part 13, the line structure which constitutes the block is recognized and an activity is calculated about a noticing block and the block of the line structure of an identical configuration.

[0079] Namely, for example, as shown in drawing 5, when each of attention macro block MB_N , macro block MB_U and MB_D , and MB_L is in frame DCT mode. The activity calculation part 22 the activity of the block which adjoins the four directions of noticing block B_{N-1} , The 1st thru/or the 8th line of block B_{U-3} which adjoins on noticing block B_{N-1} , respectively, According to a formula (1), it calculates from the 1st of block B_{N-2} which adjoins the 1st of block B_{L-2} thru/or the 8th line, and the right which adjoin the 1st of block B_{N-3} thru/or the 8th line, and the left which adjoin downward thru/or the 8th line.

[0080] As shown in drawing 6, attention macro block MB_N is in field DCT mode, for example, When each of macro block MB_U , MB_D , and MB_L is in frame DCT mode, The activity calculation part 22 the activity of the block which adjoins the four directions of noticing block B_{N-1} , Four odd lines of four odd lines of block B_{U-1} of macro block MB_U , and block B_{U-3} which adjoin on noticing block B_{N-1} , respectively, Four odd lines of four odd lines of block B_{D-1} of macro block MB_D , and block B_{D-3} which adjoin downward, According to a formula (1), it calculates from the 1st of block B_{N-2} which adjoins four odd lines of four odd lines of block B_{L-2} of macro block MB_L which adjoins the left, and block B_{L-4} , and the right thru/or the 8th line.

[0081] As shown in drawing 7, attention macro block MB_N is in frame DCT mode, for example, When each of macro block MB_U , MB_D , and MB_L is in field DCT mode, The activity calculation part 22 the activity of the block which adjoins the four directions of noticing block B_{N-1} , The 5th thru/or the 8th line of the 5th [of macro block MB_U] of block B_{U-1} thru/or the 8th line, and block B_{U-3} which adjoins on noticing block B_{N-1} , respectively, The 1st thru/or the 4th line of the 1st [of macro block MB_L] of block B_{L-2} thru/or the 4th line, and block B_{L-4} which adjoins the 1st of block B_{N-3} thru/or the 8th line, and the left which adjoin downward, From the 1st of block B_{N-2} which adjoins the right thru/or the 8th line, it calculates according to a formula (1).

[0082]For example, as shown in drawing 8, when each of attention macro block MB_N , macro block MB_U , MB_D , and MB_L is field DCT Mohd, The activity calculation part 22 the activity of the block which adjoins the four directions of noticing block B_{N-1} , The 1st thru/or the 8th line of block B_{U-1} of macro block MB_U which adjoins on noticing block B_{N-1} , respectively, According to a formula (1), it calculates from the 1st of block B_{N-2} which adjoins the 1st of block B_{L-2} thru/or the 8th line, and the right which adjoin the 1st [of macro block MB_D] of block B_{D-1} thru/or the 8th line, and the left which adjoin downward thru/or the 8th line.

[0083]Next, processing of the correction value calculating part 23 which constitutes the distortion correcting value calculation part 2 of drawing 1 is explained.

[0084]The correction value calculating part 23 computes correction value by processing the difference information of the boundary of the noticing block supplied from the block border level difference primary detecting element 21 based on the activity of the noticing block from the activity calculation part 22, and its block which adjoins vertically and horizontally.

[0085]Namely, when the activity of a noticing block and the block (suitably henceforth a contiguity block) which adjoins it is almost equal, the correction value calculating part 23. Correction value which brings the pixel value of the boundary pixel of the noticing block and the pixel value of the contiguity block which adjoins the boundary pixel close to the mean value of those two pixel values is calculated.

[0086]If the difference of the pixel value of the boundary pixel of a noticing block used as difference information now and the pixel value of the contiguity block which adjoins the boundary pixel shall be called difference pixel value, specifically, for example, The correction value calculating part 23 calculates correction value which brings the pixel value of the boundary pixel of a noticing block close to the pixel value of the contiguity block which adjoins the boundary pixel only 7/16 of difference pixel values, in order to reduce block distortion, as shown in drawing 9 (A) for example.

[0087>About the pixel value of the contiguity block which adjoins a boundary pixel, when the contiguity block turns into a noticing block, correction value which amends a pixel value only 7/16 of difference pixel values is calculated like an above-mentioned case. The pixel value of the boundary pixel of a noticing block and the pixel value of the contiguity block which adjoins that boundary pixel in this case, Although it will be mutually amended so that it may approach only 7/16 of difference pixel values, therefore one eighth of the differences ($= 2/16$) of a difference pixel value arise between the pixel values after those two amendments, This is because the blocks are connected smoothly and a direction with a certain amount of difference looks natural among the boundary pixels of an adjoining block.

[0088]On the other hand, when the activity of a noticing block and a contiguity block has a certain amount of difference, the correction value calculating part 23, Correction value which brings the pixel value of the block with the larger activity of

the pixel value of the boundary pixel of the noticing block or the pixel values of the contiguity block which adjoins the boundary pixel close to the pixel value of the block with a smaller activity is calculated.

[0089]Namely, when the activity of a noticing block and a contiguity block has a certain amount of difference. Since a possibility that the block with the larger activity of them contains the mosquito noise is high, the mosquito noise needs to prevent spreading to the block (block with a smaller activity) of another side (influence).

[0090]Then, in the case where the correction value calculating part 23 has a certain amount of difference in the activity of a noticing block and a contiguity block, When the activity of the noticing block of them is larger, For example, as shown in drawing 9 (B), the pixel value of the boundary pixel of a noticing block, Correction value which coincides correction value which only the part of a difference pixel value brings close to the pixel value of the contiguity block which adjoins the boundary pixel, i.e., the pixel value of the boundary pixel of a noticing block, with the pixel value of the contiguity block which adjoins the boundary pixel is calculated.

[0091]The correction value calculating part 23 calculates the above correction value as follows, using the difference information which is a difference pixel value from the block border level difference primary detecting element 21, and the activity from the activity calculation part 22.

[0092]Namely, as shown in drawing 10 now for example, while expressing the activity of a noticing block with C, Supposing it expresses with A, E, B, and D the activity of the block which adjoins vertically and horizontally, respectively, the correction value calculating part 23 will calculate the dignity Gu attached to each difference pixel value as difference information of the boundary of the four directions of a noticing block, Gd, Gl, and Gr according to a following formula.

[0093]

$$Gu = 7/16 + (C-A)/(C+A) \times 1/2 + |C-A|/|C+A| \times 1/16$$

$$Gd = 7/16 + (C-E)/(C+E) \times 1/2 + |C-E|/|C+E| \times 1/16$$

$$Gl = 7/16 + (C-B)/(C+B) \times 1/2 + |C-B|/|C+B| \times 1/16.$$

$$Gr = 7/16 + (C-D)/(C+D) \times 1/2 + |C-D|/|C+D| \times 1/16 \dots (2)$$

[0094]And as shown in drawing 11, it Gu(s), Gd(s) and Gl(s), and the correction value calculating part 23 carries out Gr double [of the difference pixel value as difference information of each boundary of the four directions of a noticing block], and acquires correction value.

[0095]The correction value calculating part 23 attaches average value with the dignity Gu and Gl as dignity of the difference information (for example, the difference pixel value of most the upper left). Similarly, every time it attaches the correction value calculating part 23 to the difference pixel value of most the upper right, it attaches [average value with the dignity Gu and Gr / pixel value / of most the lower left / difference] average value with the dignity Gr and Gd for average value with the dignity

G1 and Gd as dignity about the difference pixel value of most the lower right, respectively.

[0096]Therefore, in the correction value calculating part 23, the correction value of the block of 8x8 with which the difference pixel value by which dignity was given to the boundary part is arranged, and 0 is arranged at the remaining portion is acquired.

[0097]Although the dignity only based on an activity is attached in an above-mentioned case and it was asked for correction value from difference information, Correction value receives difference information, when the contiguity block which adjoins a noticing block belongs to the macro block which is not an attention macro block in addition to this, for example and the quantizing scales of a noticing block and a contiguity block differ, Ask etc. is able to attach the dignity based on an activity and a quantizing scale, and to make it.

[0098]Next, processing of the high region reduced part 25 which constitutes the distortion correcting value calculation part 2 of drawing 1 is explained.

[0099]In the DCT transformation part 24, as shown in drawing 12 (A), DCT processing of the correction value of a block of 8x8 of the space area obtained in the correction value calculating part 23 is carried out, and what was made into the DCT coefficient of 8x8 frequency domains is supplied to the high region reduced part 25.

[0100]The high region reduced part 25 by reducing the high order thing of the DCT coefficients as correction value supplied there, That is, for example, as shown in drawing 12 (B), by setting the thing of the 5th line of the DCT coefficients of 8x8 pieces as correction value thru/or the 8th line and the 5th row thru/or the 8th row to 0 etc., the correction value is corrected and the correction value adder unit 31 is supplied.

[0101]Namely, if the correction value which the DCT transformation part 24 outputs is used for amendment of the DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs as it is, Only the pixel value near the boundary of the block is amended, but as a result, the pixel value of the boundary part of the block which has a steep level difference as shown in drawing 13 (A), for example is amended, as shown in drawing 13 (B). therefore, the boundary of a block -- amendment before -- not being conspicuous -- although it becomes, since the level difference of the boundary part of a block is still steep, a block structure still appears in a decoded image.

[0102]Then, the high region reduced part 25 corrects the correction value by reducing the high order thing of the DCT coefficient as correction value. When the correction value after such correction is used for amendment of the DCT coefficient of the block which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, Not only near the boundary of the block but the pixel value of the inside is amended, and as a result, the pixel value of the boundary part of the block which has a steep level difference as shown in drawing 13 (A), for example is amended, as shown in drawing 13

(C). Therefore, since the level difference of the boundary part of a block becomes smooth, it can reduce enough that a block structure appears in a decoded image.

[0103]Next, in the high region reduced part 25, it is possible to adopt methods other than the method of setting a high order DCT coefficient as shown in drawing 12 (B) to 0 as a method of correcting correction value so that the high order thing of the DCT coefficient as correction value may be reduced.

[0104]That is, for example, as shown in drawing 14 (A), correction value can correct the thing of the i -th arbitrary more than line and the i -th more than row to 0 rather than corrects the thing of the 5th line thru/or the 8th line and the 5th row thru/or the 8th row to 0. And the variable i can be determined in this case based on the activity of a noticing block, the quantizing scale used for quantization of a noticing block, etc. That is, for example, only a DCT coefficient higher order when the activity of a noticing block is large is corrected to 0, and when the activity is small, the DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0. For example, only a DCT coefficient higher order when the quantizing scale of a noticing block is small is corrected to 0, and when the quantizing scale is large, the DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0.

[0105]When determining the degree of the DCT coefficient corrected to 0 based on an activity, a quantizing scale, etc. of a noticing block, the lower limit of the degree can be set up. That is, for example, the DCT coefficient of the 4th less than line and the 4th less than row can carry out setting out which is not corrected to 0. In this case, the DCT coefficient corrected to 0 will change in the 5th line thru/or the 8th line and the 5th row thru/or the 8th row.

[0106]Correction value corrects the thing more than the same row and column to 0 among the DCT coefficients of 8x8, as shown in drawing 14 (A), and also it can determine independently the row and column corrected to 0.

[0107]Namely, for example, as shown in drawing 14 (B), when the activity of the block which adjoins the left and the right of a noticing block, respectively is large. Only a horizontal higher order DCT coefficient is corrected to 0, and when the activity of the block which adjoins the right and left is small, the horizontal DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0. For example, when the activity of the block which adjoins a noticing block top and the bottom, respectively is large, Only a vertical higher order DCT coefficient is corrected to 0, and when the activity of the block which adjoins up and down is small, the vertical DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0.

[0108]For example, when the quantizing scale of the block which adjoins the left and the right of a noticing block, respectively is small, Only a horizontal higher order DCT coefficient is corrected to 0, and when the quantizing scale of the block which adjoins the right and left is large, the horizontal DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0. For example, when the quantizing scale of the block which adjoins a

noticing block top and the bottom, respectively is small, Only a vertical higher order DCT coefficient is corrected to 0, and when the quantizing scale of the block which adjoins the upper and lower sides is large, the vertical DCT coefficient of the low next can also be corrected to 0.

[0109]When shown in drawing 14 (A) and drawing 14 (B), it is also possible to determine the degree of the DCT coefficient corrected to 0 based on the sum etc. of the activity of a noticing block, and the block which adjoins the upper and lower sides and the block which adjoins right and left.

[0110]For example, the DCT coefficient as correction value can also be corrected by performing predetermined weighting to the DCT coefficient.

[0111]Namely, for example, as shown in drawing 14 (C), while expressing the v-th line DCT coefficient of the u-th row as $F(u, v)$, among the DCT coefficients of 8x8 as correction value, If the DCT coefficient as correction value after correction is expressing $F'(u, v)$, for example, the DCT coefficient as correction value can be corrected according to either of the following two formulas.

[0112]

$$F'(u, v) = axF(u, v)/(bxu+cxv)$$

$$F'(u, v) = axF(u, v)/\text{root}(bxu)^2 + (cxv)^2$$

... (3)

However, in a formula (3), a, b, and c express the constant set up based on a noticing block, the activity of the block which adjoins vertically and horizontally or a quantizing scale, etc.

[0113]The DCT coefficient as correction value can also be corrected by, for example, performing weighting based on the quantization table used for quantization of a noticing block.

[0114]Namely, in the case where the quantization table q used for quantization of a noticing block is a thing as shown in drawing 14 (D), for example, If the v-th line value of the u-th row of the quantization table q is expressed as $q(u, v)$, for example, the DCT coefficient as correction value can be corrected according to a following formula.

[0115]

$$F'(u, v) = axF(u, v)/q(u, v)$$

... (4)

However, in a formula (4), a expresses the constant set up based on activities, such as a noticing block, etc. like the case in a formula (3).

[0116]Next, processing of the correction value adder unit 31 which constitutes the image reconstruction part 3 of drawing 1 is explained.

[0117]. As the correction value adder unit 31 is shown in drawing 15 (A), are supplied from DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12. By subtracting the DCT coefficient as correction value corresponding to a noticing block supplied from the high region reduced part 25 from the DCT coefficient of the noticing block

extracted from the video stream, the DCT coefficient of a noticing block is amended and the reverse DCT transformation part 32 is supplied. In the reverse DCT transformation part 32, reverse DCT processing of the DCT coefficient of the noticing block after the amendment which does in this way and is supplied from the correction value adder unit 31 is carried out, and, thereby, the 8x8-pixel block of a space area as shown in drawing 15 (B) is acquired.

[0118]About P and B picture, in the case of MPEG encoding, the original picture, Since DCT processing is carried out and difference (prediction residual) with that estimated image is quantized further, all the DCT coefficients obtained as a result of that quantization may be set to 0, and a DCT coefficient is not included in a video stream in this case. In such a case, the correction value adder unit 31 subtracts correction value, and obtains the DCT coefficient after amendment from the 0 noting that all the DCT coefficients of a block are 0.

[0119]In the above-mentioned case, in the correction value adder unit 31, correction value always amended the DCT coefficient of the noticing block, but. When sufficient image quality is obtained with the DCT coefficient of a noticing block, it is possible for it to be made not to amend (when block distortion etc. are not conspicuous etc.).

[0120]That is, it is possible to judge whether the block which is a macro block unit and constitutes the macro block from the correction value adder unit 31, for example is amended based on the quantizing scale etc. which are supplied from the side information extraction part 13. Concrete for example, when the quantizing scale of a block is below a predetermined threshold (following) (when quantization is fine), The quantizing scale of a block is able not to amend a block but to be made to amend a block from a predetermined threshold in the case of size (above) (quantization is coarse).

[0121]Next, drawing 16 and drawing 17 show the simulation result which this artificer performed. The portion surrounded with the quadrangle on the left-hand side of drawing 16 and drawing 17 expands a part of each picture.

[0122]Drawing 16 shows the decoded result which decoded the picture encoded with the conventional MPEG system with the conventional MPEG system. Block distortion has appeared notably so that clearly from the expansion part shown in the left-hand side of drawing 16.

[0123]Drawing 17 shows the decoded result which decoded the picture encoded with the conventional MPEG system with the image processing device of drawing 1. It turns out that the block distortion which has appeared in mosaic shape in drawing 16 is fully reduced so that clearly from the expansion part shown in the left-hand side of drawing 17.

[0124]When a skip macro block arises, in MPEG, in P and B picture to a skip macro block. Since a DCT type is not added, it becomes impossible to recognize any of frame DCT mode or the field DCT modes the line structure of a block is in the block border

level difference primary detecting element 21 or activity calculation part 22 grade. This poses a problem, when giving a motion compensation to I picture obtained in MPEG decoding part 11 and obtaining an estimated image, but. Since what is necessary is just to skip especially about a skip macro block, without processing in giving a motion compensation to I picture obtained by the outputted image preparing part 33 and obtaining an estimated image, as drawing 1 explained, a problem in particular is not produced.

[0125]As mentioned above, since correction value is acquired to the difference information of the boundary part of a block and the correction value amended the DCT coefficient of the block by attaching the dignity based on an activity to it, The high-definition decoded image which fully reduced the block distortion which is especially easy to produce in a flat portion can be obtained.

[0126]The mosquito noise generated with the block (high block of an activity) containing edge can be prevented from spreading to a flat block.

[0127]The pixel value of the block (high block of an activity) which the mosquito noise has produced, Since it is amended so that the pixel value of a flat block (low block of an activity) may be approached as drawing 9 (B) explained, the mosquito noise of the block which the mosquito noise has produced can be made not conspicuous.

[0128]In order that the image processing device of drawing 1 may calculate the DCT coefficient as correction value for removing block distortion etc. and may amend the DCT coefficient of a block with the correction value, Compatibility with MPEG-decoding which performs reverse DCT processing is high, and it is possible for it to include in an MPEG decoder and to be made to process in real time.

[0129]Since correction value is generated, the difference information (i.e., the distortion [in / so to speak / a block border] itself) of a boundary part of a block, the effect of amendment by the correction value is hardly fundamentally influenced by the compression ratio at the time of MPEG encoding.

[0130]In correction of the correction value in the high region reduced part 25, and amendment of the block in the correction value adder unit 31, accommodative distortion removal can be performed by using another quantizing scale and side information. That is, the grade of degradation of the image quality by a quantization error is guessed, and a block is amended or it can avoid carrying out according to the grade of the degradation by referring to the quantizing scale of a macro block by the correction value adder unit 31, for example, as mentioned above.

[0131]Next, although the DCT coefficient was changed into the pixel value by performing reverse DCT processing to a DCT coefficient in the reverse DCT transformation part 32 in the image processing device of drawing 1, In addition to this, conversion to a pixel value from a DCT coefficient can also be carried out by this applicant using the class sorting adaptation processing proposed previously, for example.

[0132] Class sorting adaptation processing consists of class sorting processing and adaptive processing, adaptive processing is performed for data for every class part opium poppy and class by class sorting processing based on the character, and adaptive processing is a thing of the following techniques.

[0133] That is, in adaptive processing, a DCT coefficient is decoded by the original pixel value by, for example, calculating the predicted value of the pixel value of the origin corresponding to the DCT coefficient by the linear combination of a DCT coefficient and a predetermined tap coefficient.

[0134] While using a certain picture as teacher data now, specifically, for example, The DCT coefficient produced by carrying out DCT processing of the picture by a block unit is used as student data, It considers asking by the primary linearity coupled models to which the predicted value $E[y]$ of the pixel value y of the pixel which is teacher data is specified by a set of some DCT coefficients x_1, x_2 , and ..., and the linear combination of the predetermined tap coefficient w_1, w_2 , and ... In this case, the predicted value $E[y]$ can be expressed with a following formula.

[0135]

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots \quad (5)$$

[0136] Procession Y' which becomes by the procession X which becomes by set of the procession W which becomes by set of the tap coefficient w_j , and the student data x_{ij} in order to generalize a formula (5), and set of predicted value $E[y_j]$, [Equation 1]

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{I1} & x_{I2} & \dots & x_{IJ} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_J \end{bmatrix}, Y' = \begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_I] \end{bmatrix}$$

If a definition is come out and given, the following observation equations will be materialized.

[0137]

$$XW = Y' \quad \dots \quad (6)$$

Here, the ingredient x_{ij} of the procession X means the j -th student data in the student data aggregate (student data aggregate used for prediction of the teacher data y_i of eye i affair) of eye i affair, and the ingredient w_j of the procession W expresses a tap coefficient which a product with the j -th student data in the student data aggregate calculates. y_i expresses teacher data of eye i affair, therefore $E[y_i]$ expresses a predicted value of teacher data of eye i affair. y in the left side of a formula (5) omits the suffix i of the ingredient y_i of the procession Y , and x_1 in the right-hand side of a formula (5), x_2 , and ... also omit the suffix i of the ingredient x_{ij} of the procession X .

[0138] And it considers applying a least square method to this observation equation, and calculating the predicted value $E[y]$ near the original pixel value y . In this case, the procession E which becomes by set of the remainder e of predicted value $E[y]$ to the procession Y which becomes by set of the true pixel value y used as teacher data, and the pixel value y [Equation 2]

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_I \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_I \end{bmatrix}$$

If a definition is come out and given, the following remainder equations will be materialized from an equation (6).

[0139]

$$XW = Y + E \dots (7)$$

[0140] In this case, the tap coefficient w_j for calculating the predicted value $E[y]$ near the original pixel value y is a square error. [Equation 3]

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

It can ask by using the minimum.

[0141] Therefore, it will be called an optimum value, when what differentiated the above-mentioned square error from the tap coefficient w_j is set to 0, namely, in order that the tap coefficient w_j which fills a following formula may calculate the predicted value $E[y]$ near the original pixel value y .

[0142]

[Equation 4]

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, J)$$

... (8)

[0143] Then, a following formula is first materialized by differentiating a formula (7) from the tap coefficient w_j .

[0144]

[Equation 5]

$$\frac{\partial e_1}{\partial w_1} = x_{11}, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_2} = x_{12}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_J} = x_{1J}, \quad (i=1, 2, \dots, I)$$

... (9)

[0145] A formula (10) is obtained from the formula (8) and (9).

[0146]

[Equation 6]

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \dots, \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$$

... (10)

[0147] If the relation of the student data x_{ij} in the remainder equation of an equation (7), tap coefficient w_j , the teacher data y_i , and the remainder e_i is taken into consideration, the following normal equations can be obtained from an equation (10).

[0148]

[Equation 7]

$$\begin{cases} \left(\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \right) \\ \left(\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \right) \\ \dots \\ \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1} \right) w_1 + \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ} \right) w_J = \left(\sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i \right) \end{cases}$$

... (11)

[0149] The normal equations showing in an equation (11) are the procession (covariance matrix) A and the vector v , [Equation 8]

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ} \end{pmatrix}$$

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i \end{pmatrix}$$

It is formula $AW=v$, when the vector W is defined as several 1 showed while coming out and giving a definition... (12)

It can come out and express.

[0150] Each normal equation in an equation (11) is that only a certain amount of

number prepares the set of the student data x_{ij} and the teacher data y_i . Only the same number as several of the tap coefficient w_j which should be calculated can be built, therefore a formula (12) is solved about the vector W (however, in order to solve a formula (12)). The optimal tap coefficient (tap coefficient which makes a square error the minimum here) w_j with the necessity that the procession A in a formula (12) is Masanori can be calculated. In solving a formula (12), it is possible to sweep out and to, use law (elimination of Gauss-Jordan) etc. for example.

[0151] Adaptive processing performs learning processing which calculates the optimal tap coefficient w_j as mentioned above, and performs further prediction processing which calculates the predicted value $E[y]$ near the original pixel value y by a formula (5) using the tap coefficient w_j .

[0152] Drawing 18 shows an example of composition of the reverse DCT transformation part 32 which decodes a DCT coefficient to a pixel value by the above class sorting adaptation processings.

[0153] A DCT coefficient for every block of 8×8 which the correction value adder unit 31 outputs is supplied to the prediction tap extract circuit 41 and the class tap extracting circuit 42.

[0154] A block of a pixel value corresponding to a block (suitably henceforth DCT blocks) of a DCT coefficient with which the prediction tap extract circuit 41 is supplied there (a block of this pixel value) although it does not exist at a present stage, it assumes virtually -- having (suitably henceforth a picture element block) -- consider it as a noticed picture element block, and let further each pixel which constitutes the noticed picture element block be a noticed picture element one by one at what is called the order of a raster scan, for example. The prediction tap extract circuit 41 extracts a DCT coefficient used for predicting a pixel value of a noticed picture element, and uses it as a prediction tap.

[0155] That is, the prediction tap extract circuit 41 extracts all the DCT coefficients of DCT blocks corresponding to a picture element block to which a noticed picture element belongs, i.e., a DCT coefficient of 64 pieces of 8×8 , as a prediction tap, for example. Therefore, the same prediction tap is constituted from this embodiment by all the pixels of a certain picture element block. However, a prediction tap can be constituted from a different DCT coefficient for every noticed picture element.

[0156] a prediction tap about each pixel which is obtained in the prediction tap extract circuit 41 and which constitutes a picture element block -- that is, 64 pixels of 64-set prediction taps about each are supplied to the product sum operation circuit 45. However, what is necessary is just to supply an one-set prediction tap to the product sum operation circuit 45 to one picture element block actually, since the same prediction tap is constituted from this embodiment by all the pixels of a picture element block as mentioned above.

[0157] The class tap extracting circuit 42 extracts a DCT coefficient used for class

sorting for classifying a noticed picture element into either of some classes, and uses it as a class tap.

[0158]In MPEG encoding, since DCT processing is carried out for every picture element block, a picture presupposes a pixel belonging to a certain picture element block that class sorting of all is carried out to the same class, for example. Therefore, the class tap extracting circuit 42 constitutes the same class tap about each pixel of a certain picture element block. That is, the class tap extracting circuit 42 extracts all the DCT coefficients of 8x8 pieces of DCT blocks corresponding to a picture element block to which a noticed picture element belongs as a class tap, for example like a case in the prediction tap extract circuit 41.

[0159]It is equivalent to carrying out class sorting of the picture element block to carry out class sorting of the whole of each pixel belonging to a picture element block to the same class here. Therefore, it is not a 64-set class tap for [which constitutes a noticed picture element block in the class tap extracting circuit 42] carrying out class sorting of 64 pixels of each, What is necessary is just to make the one-set class tap for carrying out class sorting of the noticed picture element block constitute, and, for this reason, the class tap extracting circuit 42, In order to carry out class sorting of the picture element block for every picture element block, a DCT coefficient of 64 pieces of DCT blocks corresponding to the picture element block is extracted, and it is considered as a class tap.

[0160]A DCT coefficient which constitutes a prediction tap and a class tap is not limited to a thing of a pattern mentioned above.

[0161]A class tap of a noticed picture element block acquired in the class tap extracting circuit 42, The class sorting circuit 43 is supplied, and based on a class tap from the class tap extracting circuit 42, the class sorting circuit 43 carries out class sorting of the noticed picture element block, and outputs a class code corresponding to a class obtained as a result.

[0162]Here, as a method of performing class sorting, ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) etc. are employable, for example.

[0163]In a method of using ADRC, ADRC processing of the DCT coefficient which constitutes a class tap is carried out, and a class of a noticed picture element block is determined according to the ADRC code obtained as a result.

[0164]In the K bit ADRC, the maximum MAX and the minimum MIN of a DCT coefficient which constitute a class tap are detected, for example, $DR = MAX - MIN$ is used as a local dynamic range of a set, and re quantization of the DCT coefficient which constitutes a class tap is carried out to K bit based on this dynamic range DR. That is, out of a DCT coefficient which constitutes a class tap, the minimum MIN is subtracted and division (quantization) of the subtraction value is done by $DR/2^K$. And a bit string which put in order each DCT coefficient of K bit which constitutes a class tap produced by making it above in predetermined order is outputted as an ADRC

code. Therefore, when 1-bit ADRC processing of the class tap is carried out for example, after the minimum MIN is subtracted, division shall be done by average value of the maximum MAX and the minimum MIN, and, thereby, as for each DCT coefficient which constitutes the class tap, each DCT coefficient shall be 1 bit (binary-ized). And a bit string which put the DCT coefficient of 1 bit in order in predetermined order is outputted as an ADRC code.

[0165]Although it is possible to, also make a pattern of level distribution of a DCT coefficient which constitutes a class tap output to the class sorting circuit 43 as a class code as it is for example, In this case, supposing a class tap comprises a DCT coefficient of N pieces and K bit is assigned to each DCT coefficient, the number of cases which is a class code which the class sorting circuit 43 outputs will serve as a $(2^N)^K$ passage, and will turn into a huge number exponentially proportional to number-of-bits K of a DCT coefficient.

[0166]Therefore, in the class sorting circuit 43, after compressing the amount of information of a class tap by above-mentioned ADRC processing or vector quantization, it is preferred to perform class sorting.

[0167]By the way, at this embodiment, a class tap comprises a DCT coefficient of 64 pieces, as mentioned above. Therefore, for example, the number of cases of a class code serves as a big value called a 2^{64} passage also as performing class sorting by carrying out 1-bit ADRC processing of the class tap temporarily.

[0168]So, at this embodiment, in the class sorting circuit 43, characteristic quantity with high importance is extracted from a DCT coefficient which constitutes a class tap, and the number of classes is reduced by performing class sorting based on the characteristic quantity.

[0169]That is, drawing 19 shows an example of composition of the class sorting circuit 43 of drawing 18.

[0170]A class tap is supplied to the electric power arithmetic circuit 51, and the electric power arithmetic circuit 51 divides into a thing of some spatial frequency bands a DCT coefficient which constitutes a class tap, and calculates electric power of each frequency band.

[0171]That is, the electric power arithmetic circuit 51 is divided into the four spatial frequency bands S0 as show drawing 20 a DCT coefficient of 8x8 pieces which constitutes a class tap, for example, S1, S2, and S3.

[0172]the electric power arithmetic circuit 51 -- the spatial frequency band S0, S1, S2, and S3 -- about each, the electric power (square sum of an AC component) P0 of an AC component of a DCT coefficient, P1, P2, and P3 are calculated, and it outputs to the class code generating circuit 52.

[0173]The class code generating circuit 52 outputs a class code based on each size relation [corresponding threshold TH0 memorized by the threshold table storage parts store 53 in the electric power P0 from the electric power arithmetic circuit 51,

P1, P2, and P3, TH1, TH2, and TH3 / respectively]. That is, the class code generating circuit 52 compares the electric power P0 with threshold TH0, and obtains the 1-bit code showing the size relation. Similarly, the class code generating circuit 52 obtains a 1-bit code about each by comparing the electric power P1, threshold TH1 and the electric power P2, and threshold TH2 and the electric power P3 with threshold TH3, respectively. And four 1-bit codes produced by making the class code generating circuit 52 above, For example, it outputs by arranging in predetermined order as a class code showing a class of a noticed picture element block of the 4-bit code (therefore, value of either 0 or thru/or 15) obtained. Therefore, in this embodiment, class sorting of the noticed picture element block will be carried out to either of the classes of a $2^4 (=16)$ individual.

[0174]The threshold table storage parts store 53 has memorized the thresholds [respectively / the electric power P0 thru/or P3 of the spatial frequency bands S0 thru/or S3] TH0 thru/or TH3.

[0175]In an above-mentioned case, a DC component of a DCT coefficient is not used at class sorting processing, but it is also possible to perform class sorting processing also using this DC component.

[0176]A class code which returns to drawing 18 and the above class sorting circuits 43 output is given as an address to the coefficient table storage part 44.

[0177]The coefficient table storage part 44 has memorized a coefficient table in which a tap coefficient obtained by performing learning processing using teacher data and student data which were mentioned above was registered, A tap coefficient memorized to an address corresponding to a class code which the class sorting circuit 43 outputs is outputted to the product sum operation circuit 45.

[0178]Here, in this embodiment, since class sorting of the picture element block is carried out, one class code is obtained about a noticed picture element block. On the other hand, in this embodiment, since a picture element block comprises 8x8 pixels 64 pixels, a tap coefficient of 64 sets for [which constitutes it] decoding 64 pixels of each is required for it about a noticed picture element block. Therefore, a tap coefficient of 64 sets is memorized by the coefficient table storage part 44 to an address corresponding to one class code.

[0179]A prediction tap to which the prediction tap extract circuit 41 outputs the product sum operation circuit 45, Acquire a tap coefficient which the coefficient table storage part 44 outputs, and the prediction tap and tap coefficient are used, A linear prediction operation (product sum operation) shown in a formula (5) is performed, and a pixel value of 8x8 pixels of a noticed picture element block acquired as a result is outputted to the outputted image preparing part 33 (drawing 1) as a decoding result (reverse DCT result) of corresponding DCT blocks.

[0180]In the prediction tap extract circuit 41, as mentioned above, each pixel of a noticed picture element block is made into a noticed picture element one by one here,

but. The product sum operation circuit 45 processes by becoming the operational mode (suitably henceforth picture element position mode) corresponding to a position of a pixel used as a noticed picture element of a noticed picture element block.

[0181]Namely, when the i -th pixel is expressed as p_i and the pixel p_i is a noticed picture element in order of the raster scan among pixels of a noticed picture element block for example, as for the product sum operation circuit 45, picture element position mode # i is processed.

[0182]As mentioned above, the coefficient table storage part 44 specifically outputs a tap coefficient of 64 sets for [which constitutes a noticed picture element block] decoding 64 pixels of each, but. When a set of a tap coefficient for decoding the pixel p_i of them is expressed as W_i , the product sum operation circuit 45, When operational mode is picture element position mode # i , using a prediction tap and the set W_i in 64-set tap coefficient, product sum operation of a formula (5) is performed and let the product sum operation result be a decoding result of the pixel p_i .

[0183]Next, with reference to a flow chart of drawing 21, processing of the reverse DCT transformation part 32 of drawing 18 is explained.

[0184]A DCT coefficient for every block which the correction value adder unit 31 (drawing 1) outputs, In the prediction tap extract circuit 41 and the class tap extracting circuit 42, it is received one by one, and the prediction tap extract circuit 41 considers a picture element block corresponding to a block (DCT blocks) of a DCT coefficient supplied there as a noticed picture element block one by one.

[0185]And in Step S21, the class tap extracting circuit 42 extracts what uses a noticed picture element block for carrying out class sorting out of a DCT coefficient received there, constitutes a class tap, and supplies it to the class sorting circuit 43.

[0186]In Step S22, using a class tap from the class tap extracting circuit 42, the class sorting circuit 43 carries out class sorting of the noticed picture element block, and outputs a class code obtained as a result to the coefficient table storage part 44.

[0187]That is, in Step S22, the electric power arithmetic circuit 51 of the class sorting circuit 43 (drawing 19) divides a DCT coefficient of 8×8 pieces which constitutes a class tap into the four spatial frequency bands S_0 thru/or S_3 shown in drawing 20, and calculates each electric power P_0 thru/or P_3 . This electric power P_0 thru/or P_3 is outputted to the class code generating circuit 52 from the electric power arithmetic circuit 51.

[0188]the class code generating circuit 52 reads the thresholds TH_0 thru/or TH_3 from the threshold table storage parts store 53 -- the electric power P_0 thru/or P_3 from the electric power arithmetic circuit 51 -- each and the thresholds TH_0 thru/or TH_3 -- each is compared and a class code based on each size relation is generated.

[0189]A class code produced by making it above is given from the class sorting circuit 43 as an address to the coefficient table storage part 44.

[0190]If a class code as an address from the class sorting circuit 43 is received, in

Step S23, the coefficient table storage part 44 will read a tap coefficient of 64 sets memorized to the address, and will output it to the product sum operation circuit 45. [0191]And it progresses to Step S24, and it is the order of a raster scan among pixels of a noticed picture element block, and the prediction tap extract circuit 41 extracts a DCT coefficient which still uses a pixel which is not made into a noticed picture element for predicting a pixel value of the noticed picture element as a noticed picture element, and constitutes it as a prediction tap. This prediction tap is supplied to the product sum operation circuit 45 from the prediction tap extract circuit 41.

[0192]Since the same prediction tap is constituted from this embodiment by all the pixels of the picture element block for every picture element block, here actually, If it carries out only to a pixel first made into a noticed picture element about a noticed picture element block, to the remaining 63 pixels, it is not necessary to perform processing of Step S24.

[0193]Inside of a tap coefficient which is 64 sets to which the coefficient table storage part 44 outputs the product sum operation circuit 45 at Step S23 in Step S25, A set of a tap coefficient corresponding to picture element position mode to a noticed picture element is acquired, product sum operation shown in a formula (5) is performed using a set of the tap coefficient, and a prediction tap supplied from the prediction tap extract circuit 41 at Step S24, and a decoded value of a pixel value of a noticed picture element is acquired.

[0194]And it progresses to Step S26 and the prediction tap extract circuit 41 judges whether it processed considering all the pixels of a noticed picture element block as a noticed picture element. When judged with not having processed yet as a noticed picture element, in Step S26, return all the pixels of a noticed picture element block to Step S24, and the prediction tap extract circuit 41, The same processing is still hereafter repeated for a pixel which is not made into a noticed picture element as a noticed picture element newly in the order of a raster scan among pixels of a noticed picture element block.

[0195]In Step S26, all the pixels of a noticed picture element block, When judged with having processed as a noticed picture element (i.e., when a decoded value of all the pixels of a noticed picture element block is acquired), the product sum operation circuit 45 outputs a picture element block (decoding block) which comprises the decoded value to the outputted image preparing part 33 (drawing 1), and ends processing.

[0196]To the coefficient table storage part 44, while using a certain picture as teacher data, It is necessary to make a tap coefficient obtained by performing learning processing memorize by using as student data an output of the correction value adder unit 31 at the time of considering what carried out MPEG encoding of the picture as an input of an image processing device of drawing 1.

[0197]In an above-mentioned case, it was made to perform class sorting only using a

DCT coefficient of DCT blocks, but class sorting can be carried out using an activity of everything but a DCT coefficient, for example, the DCT blocks, an exception of a quantizing scale, I, P, and B picture, etc. Also in learning processing, in this case, a DCT coefficient, an activity, a quantizing scale, Since it is necessary to perform class sorting using an exception of I, P, and B picture, etc., a tap coefficient will be calculated according to an exception of a DCT coefficient, an activity, a quantizing scale, I, P, and B picture, etc. Therefore, in changing a DCT coefficient into a pixel value using such a tap coefficient, it becomes possible to attain high definition-ization of a picture which comprises the pixel value.

[0198]Class sorting adaptation processing can be used besides in a case of changing a DCT coefficient into a pixel value when [that] changing a pixel value into a DCT coefficient conversely. That is, it is possible for the DCT transformation part 24 of drawing 1 to, also change an output of the correction value calculating part 23 into a DCT coefficient for example, using class sorting adaptation processing. However, while using an output of the correction value calculating part 23 as student data, it is necessary to perform learning processing by using as teacher data a DCT coefficient produced by carrying out DCT processing of that output, and to calculate a tap coefficient in this case.

[0199]Next, drawing 22 shows an example of composition of other embodiments of an image processing device which applied this invention. About a case in drawing 1, and a corresponding portion, the same numerals are attached among a figure, and, below, the explanation is omitted suitably. Namely, the computing unit 4 is newly formed [1st] in an image processing device of drawing 22. It is newly provided in the 2nd by the DCT transformation part 14 at the inputted image analyzer 1, and to the 3rd. It is constituted like a case [change to the block level difference primary detecting element 21 or the activity calculation part 22 of the distortion correcting value calculation part 2, and the block level difference primary detecting element 26 or the activity calculation part 27 is formed, respectively, and also] in drawing 1.

[0200]Although each of difference information of a boundary part of a block and activities of a block is calculated in an image processing device of drawing 1 from a pixel value which MPEG decoding part 11 outputs, In an image processing device of drawing 22, it asks for difference information and an activity from a DCT coefficient.

[0201]Namely, the DCT transformation part 14 carries out DCT processing of the block of a pixel value acquired by MPEG decoding part 11, and supplies it to the computing unit 4 as a block of a DCT coefficient.

[0202]Also in the DCT transformation part 14, it is possible to change a pixel value into a DCT coefficient using class sorting adaptation processing mentioned above.

[0203]A block etc. of a DCT coefficient which the DCT transformation part 14 outputs to the computing unit 4. It is supplied by block of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, and the computing unit 4,

A block of those two DCT coefficients is added if needed, and is supplied to the block border level difference primary detecting element 26, the activity calculation part 27, and the correction value adder unit 31.

[0204]Namely, a block of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs about I picture, Since a pixel value of the original picture can be acquired by carrying out DCT processing of the block of a pixel value of the original picture, and carrying out reverse DCT processing of the DCT coefficient, the computing unit 4, A block of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs is supplied to the block border level difference primary detecting element 26, the activity calculation part 27, and the correction value adder unit 31 as it is.

[0205]On the other hand, a block of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs about P and B picture, If DCT processing of the difference (prediction residual) of a block and an estimated image of a pixel value of the original picture was carried out, therefore reverse DCT processing of the DCT coefficient was carried out, a pixel value of the original picture cannot be acquired. That is, about P and B picture, a pixel value of the original picture can be acquired by carrying out reverse DCT processing of the DCT coefficient produced by adding a block of a DCT coefficient which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs, and a DCT coefficient produced by carrying out DCT processing of the estimated image. Then, in this case, the DCT transformation part 14 carries out DCT processing of the estimated image obtained by MPEG decoding part 11, and supplies a DCT coefficient obtained as a result to the computing unit 4. And a block of a DCT coefficient with which DCT coefficient extraction / inverse quantization part 12 outputs the computing unit 4, A DCT coefficient which the DCT transformation part 14 outputs is added, and a block of a DCT coefficient obtained as a result is supplied to the block border level difference primary detecting element 26, the activity calculation part 27, and the correction value adder unit 31.

[0206]Therefore, a block of a pixel value of the original picture has been acquired by carrying out [that a block of a DCT coefficient which the computing unit 4 outputs is not based on the picture type (even if it is any of I, P and B picture)] reverse DCT processing.

[0207]Here, by drawing 22, MPEG decoding part 11 does not need to perform the whole MPEG-decoding from the above. Namely, MPEG decoding part 11 of drawing 22 just generates an estimated image by performing a motion compensation using an image comparison memorized by the image memory 34.

[0208]The block border level difference primary detecting element 26 searches for difference information as well as a case in the block border level difference primary detecting element 21 of drawing 1 about a block of a DCT coefficient which the computing unit 4 outputs. Therefore, difference information searched for in the block

border level difference primary detecting element 26 serves as difference of a DCT coefficient instead of difference of a pixel value.

[0209]The activity calculation part 27 computes an activity of the block from a block of a DCT coefficient which the computing unit 4 outputs. That is, an activity of a block has high correlation between square sums of an AC component of the DCT coefficients of the block. Then, the activity calculation part 27 asks for a square sum of an AC component of a block of a DCT coefficient which the computing unit 4 outputs, and outputs it to the correction value calculating part 23 and the high region reduced part 25 as an activity of the block.

[0210]Hereafter, in an image processing device of drawing 22, an image which reduced block distortion etc. as well as a case in drawing 1 is decoded.

[0211]However, a block of a DCT coefficient which the computing unit 4 outputs to the correction value adder unit 31, Since it is that from which a block of a pixel value of the original picture is acquired by carrying out [not being based on the picture type] reverse DCT processing as mentioned above, even if it is not only I picture but P picture, and B picture, in the outputted image preparing part 33, it is not necessary to add an estimated image.

[0212]Next, drawing 23 shows an example of composition of 1 embodiment of Transmission Systems Division which applied this invention.

[0213]This Transmission Systems Division comprises the sending set 61 and the receiving set 62, and image data by which MPEG encoding was carried out is transmitted to the receiving set 62 from the sending set 61, for example via the networks 63, such as a public network, the Internet and a CATV network, and satellite connection.

[0214]Image data is inputted into the sending set 61, and this image data is supplied to the MPEG encode part 71. The MPEG encode part 71 carries out MPEG encoding of the image data supplied there, and supplies coding data obtained as a result to MUX(multiplexer)74 with the inputted image analyzer 72.

[0215]As opposed to coding data from the MPEG encode part 71, the inputted image analyzer 72 performs the same processing as the inputted image analyzer 1 of drawing 1, and supplies the processing result to the distortion correcting value calculation part 73. The distortion correcting value calculation part 73 performs the same processing as the distortion correcting value calculation part 2 of drawing 1, acquires correction value same with being outputted to the image reconstruction part 3 of drawing 1, using an output of the inputted image analyzer 72, and supplies it to MUX74.

[0216]MUX74 multiplexes coding data from the MPEG encode part 71, and correction value from the distortion correcting value calculation part 73, and supplies multiplexing data obtained as a result to communication I/F(Interface) 75. Communication I/F75 transmits multiplexing data from MUX74 to the receiving set 62 via the network 63.

[0217]In the receiving set 62, communication I/F81 receives multiplexing data transmitted from the sending set 61 via the network 63 as mentioned above, and supplies DMUX(demultiplexer)82. DMUX82 divides multiplexing data from communication I/F81 into coding data and correction value, and coding data is supplied to the inputted image analyzer 83, and they supply correction value to the image reconstruction part 84, respectively.

[0218]As opposed to coding data from DMUX82, the inputted image analyzer 83 performs the same processing as the inputted image analyzer 1 of drawing 1, and supplies the processing result to the image reconstruction part 84.

[0219]The image reconstruction part 84 is processed without correction value from DMUX82 amending an output of the inputted image analyzer 83, or amending it according to operation of the final controlling element 85, and obtains and outputs a decoded image.

[0220]That is, when a user does not operate the final controlling element 85 so that a high-definition image may be required, the image reconstruction part 84 processes an output of the inputted image analyzer 83, without correction value from DMUX82 amending, and obtains and outputs a decoded image. Therefore, a user is provided with conspicuous decoded images, such as block distortion, in this case with a compression ratio of an image in an activity of an image, or the MPEG encode part 71 of the sending set 61, etc.

[0221]On the other hand, when a user operates the final controlling element 85 so that a high-definition image may be required, the image reconstruction part 84 amends and processes an output of the inputted image analyzer 83 with correction value from DMUX82, and obtains and outputs a decoded image. Therefore, a user is provided with a high-definition decoded image in which block distortion etc. were reduced in this case.

[0222]The image reconstruction part 84 supplies a message (suitably henceforth a high-definition picture offer message) of a purport which provided a high-definition picture which performed amendment by correction value to communication I/F81 in this case. Communication I/F81 transmits the high-definition picture offer message to the sending set 61 via the network 63 with receiving set ID (Identification) beforehand given by the receiving set 62.

[0223]In the sending set 61, communication I/F75 receives a high-definition picture offer message and receiving set ID from the receiving set 62, and supplies the accounting part 76. If the accounting part 76 has matched and managed receiving set ID and accounting information to a user corresponding to the receiving set ID and a high-definition picture offer message and receiving set ID are received, it will perform accounting to a user corresponding to the receiving set ID, and will update accounting information. To a user, billing as a remuneration to offer of a high-definition picture is performed based on this accounting information.

[0224]Although a high-definition picture which performed amendment by correction value is provided corresponding to operation of the final controlling element 85 in an above-mentioned case and it was made to carry out accounting to it after that, In addition, it is also possible to collect a fee beforehand, to permit use of correction value only to a user who paid a fee, and to, provide from a user, a high-definition picture which performed amendment by the correction value for example. It is also possible to perform without collection of a fee offer of a high-definition picture which performed amendment by correction value. The sending set 61 does not generate but correction value can also be generated with the receiving set 62.

[0225]Next, hardware can also perform a series of processings mentioned above, and software can also perform. When software performs a series of processings, a program which constitutes the software is installed in a general-purpose computer etc.

[0226]Then, drawing 24 shows an example of composition of 1 embodiment of a computer by which a program which performs a series of processings mentioned above is installed.

[0227]A program is recordable on hard disk [as a recording medium] 105, and ROM103 built in a computer beforehand.

[0228]Again a program Or a floppy (registered trademark) disk, CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory), It is temporarily or permanently storable in the removable recording media 111, such as MO (Magneto optical) disk, DVD (Digital Versatile Disc), a magnetic disk, and semiconductor memory (record). Such a removable recording medium 111 can be provided as what is called a software package.

[0229]Install a program in a computer from the removable recording medium 111 which was mentioned above, and also via an artificial satellite for digital satellite broadcasting from a download site, Via networks [**** / transmitting to a computer on radio], such as LAN (Local Area Network) and the Internet, It transmits to a computer with a cable, and in a computer, it can receive in the communications department 108 and a program transmitted by making it such can be installed on the hard disk 105 to build in.

[0230]A computer contains CPU(Central Processing Unit) 102. Via the bus 101, the input/output interface 110 is connected to CPU102 and CPU102, If instructions are inputted when the input part 107 which comprises a keyboard, a mouse, a microphone, etc. is operated by user via the input/output interface 110, According to it, a program stored in ROM(Read Only Memory) 103 is executed. Or a program by which CPU102 is stored in the hard disk 105, A program which was transmitted from a satellite or a network, was received in the communications department 108, and was installed on the hard disk 105, Or a program which was read from the removable recording medium 111 with which the drive 109 was equipped, and was installed on the hard disk 105 is loaded to RAM(Random Access Memory) 104, and is executed. Thereby, CPU102 performs processing performed by the composition of a block diagram according to a

flow chart mentioned above processed or mentioned above. CPU102 the processing result and via the input/output interface 110 if needed, It is made to record on an output or transmission from the communications department 108, and also the hard disk 105 from the outputting part 106 which comprises LCD (Liquid CryStal Display), a loudspeaker, etc.

[0231]A processing step which describes a program for making various kinds of processings perform to a computer in this Description here, It is not necessary to necessarily process to a time series in accordance with an order indicated as a flow chart, and a parallel target or processing (for example, parallel processing or processing by an object) performed individually is also included.

[0232]A program may be processed by computer of 1 and distributed processing may be carried out by two or more computers. A program may be transmitted to a distant computer and may be executed.

[0233]Although aimed at a case where an image by which MPEG encoding was carried out is decoded, in this embodiment, this invention can be adapted when decoding an image encoded by carrying out orthogonal transformation by a block unit in addition to this.

[0234]

[Effect of the Invention]According to the image processing device of this invention, an image processing method, and the recording medium, like the above. The difference information corresponding to the difference of the pixel value in the boundary of a block and the pixel value in the boundary of the contiguity block which is a block which adjoins the block is searched for, and the correction information used for amendment of an orthogonal transformation coefficient is searched for based on the difference information. Therefore, by amending by the correction information, block distortion etc. are reduced easily and it becomes possible to obtain a high-definition decoded image.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing the example of composition of a 1st embodiment of the image processing device which applied this invention.

[Drawing 2]It is a flow chart explaining processing of the image processing device of drawing 1.

[Drawing 3]It is a figure for explaining processing of the block border level difference primary detecting element 21.

[Drawing 4]It is a figure showing the macro block in the frame DCT mode in MPEG, and field DCT mode.

[Drawing 5]It is a figure for explaining processing of the block border level difference primary detecting element 21.

[Drawing 6]It is a figure for explaining processing of the block border level difference primary detecting element 21.

[Drawing 7]It is a figure for explaining processing of the block border level difference primary detecting element 21.

[Drawing 8]It is a figure for explaining processing of the block border level difference primary detecting element 21.

[Drawing 9]It is a figure for explaining processing of the correction value calculating part 23.

[Drawing 10]It is a figure for explaining processing of the correction value calculating part 23.

[Drawing 11]It is a figure for explaining processing of the correction value calculating part 23.

[Drawing 12]It is a figure for explaining processing of the high region reduced part 25.

[Drawing 13]It is a figure for explaining the effect by processing of the high region reduced part 25.

[Drawing 14]It is a figure for explaining processing of the high region reduced part 25.

[Drawing 15]It is a figure for explaining processing of the correction value adder unit 31.

[Drawing 16]It is a photograph of the intermediate floor tone displayed on the display in which the simulation result by this artificer is shown.

[Drawing 17]It is a photograph of the intermediate floor tone displayed on the display in which the simulation result by this artificer is shown.

[Drawing 18]It is a block diagram showing the example of composition of the reverse DCT transformation part 32.

[Drawing 19]It is a block diagram showing the example of composition of the class sorting circuit 43.

[Drawing 20]It is a figure for explaining processing of the electric power arithmetic circuit 51.

[Drawing 21]It is a flow chart explaining processing of the reverse DCT transformation part 32 of drawing 18.

[Drawing 22]It is a block diagram showing the example of composition of a 2nd embodiment of the image processing device which applied this invention.

[Drawing 23]It is a block diagram showing the example of composition of the 1 embodiment of Transmission Systems Division which applied this invention.

[Drawing 24]It is a block diagram showing the example of composition of the 1 embodiment of the computer which applied this invention.

[Description of Notations]

1 The inputted image analyzer and 2 A distortion correcting value calculation part, 3

An image reconstruction part and 4 A computing unit and 11. An MPEG decoding part,
 12 DCT-coefficient extraction / inverse quantization part, and 13 A side information
 extraction part, 14 DCT transformation parts, 21 block-border level difference primary
 detecting element, 22 activity calculation parts, and 23 A correction value calculating
 part and 24. A DCT transformation part and 25 A high region reduced part and 26. A
 block border level difference primary detecting element and 27 activity calculation
 parts, 31 A correction value adder unit and 32 A reverse DCT transformation part, 33
 outputted-image preparing part and 34 image memories, 35 A picture selecting part,
 41 prediction tap extract circuits, and 42. A class tap extracting circuit and 43 class
 sorting circuits, 44 A coefficient table storage part and 45 product sum operation
 circuits, 51 electric-power arithmetic circuit and 52 A class code generating circuit,
 53 A threshold table storage parts store and 61 A sending set, 62 A receiving set and
 63 A network, 71 An MPEG encode part and 72 [An accounting part and 81 /
 Communication I/F, 82 DMUX, and 83 / The inputted image analyzer and 84 / An
 image reconstruction part and 85 / A final controlling element and 101.] The inputted
 image analyzer and 73 A distortion correcting value calculation part, 74MUX, and 75
 Communication I/F and 76 bus, 102 CPU, 103 ROM, 104 RAM, and 105 [The
 communications department and 109 / A drive, 110 input/output interfaces, and 111 /
 Removable recording medium] A hard disk and 106 An outputting part and 107 An
 input part and 108